



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Érico Rodrigues Gomes

**DIAGNÓSTICO E AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS NASCENTES
DA SERRA DOS MATÕES, MUNICÍPIO DE PEDRO II, PIAUÍ**

A large, abstract graphic in the bottom right corner of the page. It consists of a light blue background with a network of white lines that form a series of overlapping, irregular shapes, resembling a stylized map or a geometric pattern.

Rio Claro-SP

2015

Érico Rodrigues Gomes

**DIAGNÓSTICO E AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS NASCENTES DA SERRA DOS
MATÕES, MUNICÍPIO DE PEDRO II, PIAUÍ**

Tese apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” Campus Rio Claro, como requisito para obtenção do grau de Doutor em Geografia.

Orientadora: Dra. Ana Tereza Cáceres Cortez

Rio Claro-SP

2015

574.5
G633d Gomes, Érico Rodrigues
 Diagnóstico e avaliação ambiental das nascentes da Serra
 dos Matões, município de Pedro II, Piauí / Érico Rodrigues
 Gomes. - Rio Claro, 2015
 2010 f. : il., figs., gráfs., tabs., mapas

 Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista,
 Instituto de Geociências e Ciências Exatas
 Orientador: Ana Tereza Cáceres Cortez

 1. Ecologia. 2. Recuperação ambiental. 3. Recursos
 hídricos. 4. Bacia hidrográfica. 5. Protocolo de avaliação
 ambiental. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Érico Rodrigues Gomes

DIAGNÓSTICO E AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS NASCENTES DA SERRA DOS MATÔES, MUNICÍPIO DE PEDRO II, PIAUÍ

Tese apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” Campus Rio Claro, como requisito para obtenção do grau de Doutor em Geografia.

Comissão Examinadora

Prof^a Dra. Ana Teresa Cáceres Cortez, IGCE/UNESP Rio Claro (SP)

Prof. Dr. FÁBIO AUGUSTO GOMES VIEIRA REIS, IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)

Profa. Dra. SOLANGE TEREZINHA DE LIMA GUIMARÃES, IGCE/UNESP/Rio Claro (SP)

Prof. Dr. PAULO BORGES DA CUNHA, IFPI/Teresina (PI)

Prof. Dr. SALVADOR CARPI JUNIOR, IG/UNICAMP/Campinas (SP)

Rio Claro, SP, Agosto de 2015

A meu pai Benedito de Melo Gomes (*In Memoriam*),
pelo apoio e incentivo, sempre.
Pelo seu exemplo,
dedico.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço à Universidade Estadual Paulista, “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Rio Claro pela oportunidade do Doutorado;

À Seção Técnica de Pós Graduação do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, do Programa de Pós Graduação em Geografia, Campus Rio Claro;

À Prof^a. Dra. Ana Tereza Cáceres Cortez pela competência, experiência e presteza, durante todo o processo de elaboração desta jornada;

Aos Mestres Amigos, da UNESP e convidados, que contribuíram com seus conhecimentos e experiências para minha formação acadêmica, representados aqui pelo prof. Dr. Antônio Carlos Tavares;

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí por apoiar minha qualificação profissional através do incentivo proporcionado através dos Programas ProAgrupar e PIBIC, imprescindíveis a consecução desta tese e atuantes no incentivo à formação de novos pesquisadores nesta área;

Aos Departamentos de Informação, Ambiente, Saúde e Produção Alimentícia, dos cursos de tecnologia em Gestão Ambiental e Geoprocessamento e ao Departamento de Formação de Professores, Letras e Ciências, do curso de Biologia, pela concessão de licença para a redação final desta tese.

Aos meus companheiros de turma, que contribuíram para o fortalecimento dos laços de amizade;

Aos meus orientandos de Iniciação Científica e/ou TCC, dos cursos de Tecnólogo em Gestão Ambiental, Emanuelle, Arijane, Mírian, Simone, Ramon, Maria Clara e Sales; Tecnólogo em Geoprocessamento, Benavenuto, Sarise, Inessa e Samuel; e à aluna do curso de Biologia, Joseane, por contribuírem na execução deste estudo;

Ao Laboratório de Alimentos do Instituto Federal do Piauí, na pessoa do servidor Manuel Marques de Jesus, pelas análises;

À Equipe de Colaboradores da ERGGEO Geologia e Consultoria Ltda, pelo auxílio na elaboração dos mapas e formatação deste estudo;

Aos meus pais, Maria do Socorro Spíndola Rodrigues Gomes e Benedito de Melo Gomes (*In memoriam*), pelo incentivo e carinho incondicionais;

Agradecimento especial ao meu pai, pedrossesegundense das Cabeceiras, que deixou um legado de amor e abnegação para sua cidade natal;

A meus irmãos, Conceição, Tito, Adriana e Patrícia, por sempre apoiarem as minhas conquistas pessoais;

Ao meu filho querido, Érico Henrique, que mesmo à distância, está sempre presente em meus momentos de silêncio e ausência;

À minha esposa, Divamélia de Oliveira Bezerra Gomes, pelo seu amor incondicional, apoio e compreensão, sobretudo nos momentos em que eu estava em campo, afastado da família;

Às minhas filhas, Diva Maria, Ana Diva, e à mais nova integrante do clã, Diva Alice, por serem minha inspiração, com as quais poderei compartilhar nossos momentos em Pedro II;

À Fundação Cultural Grande Pedro II, que através de seu lema, *conhecer, desenvolver, preservar*, nos estimula a superar novos desafios em busca do desenvolvimento sustentável da região;

Às comunidades visitadas durante as expedições às nascentes, pela solicitude e apoio;

A todos e à todas que direta e indiretamente contribuíram com esta pesquisa;

E acima de tudo, a Deus, por fortalecer meu espírito e oportunizar este momento em minha vida,

meu muito obrigado!!!

*“Nascentes,
Vidas & vidas
brotando da Serra.”
(gre)*

RESUMO

O município de Pedro II, a 195 km de Teresina, Piauí, está situado no contraforte da Serra dos Matões, formando um divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios Longá (nascentes dos rios Corrente, dos Matos, Caldeirão e Piracuruca) e Poti (nascentes dos rios Capivara, Parafuso). Essa área constitui a zona de recarga do aquífero Cabeças que apresenta elevada produção de água com mecanismos surgentes, responsáveis pelo abastecimento de inúmeros povoados. Devido à sua importância local e à necessidade de sua preservação, é que o presente estudo tem como objetivo, realizar o diagnóstico e a avaliação dos impactos ambientais nas nascentes encontradas no entorno da Serra dos Matões. As expedições ao campo foram antecedidas pela aquisição e tratamento de imagens de satélite, mapas e revisão bibliográfica. O diagnóstico ocorreu a partir de observações *in loco*, juntamente com um documentário fotográfico, entre os anos de 2012 a fevereiro de 2015, com 525 pontos descritos em 64 nascentes. Na etapa de laboratório, foi realizado o tratamento das informações obtidas durante a etapa anterior, com geração de mapas e integração de dados. A análise e avaliação ambiental foram baseadas nos métodos da Listagem de Controle, Matriz de causa x efeito e em proposta inédita de Avaliação Ambiental Macroscópica das Nascentes. Como resultado, foram identificadas 18 atividades responsáveis por 57 impactos ambientais, possibilitando a caracterização dos recursos hídricos, solo, relevo, clima, qualidade do ar e ruído, fauna, flora, infraestrutura, nível de vida, cultura e economia. O Índice de Qualidade Ambiental das Nascentes mostra que 45% das nascentes estudadas são avaliadas como Preservadas, 52% são Moderadamente Preservadas e 3% como Degradadas. Esse conjunto de dados permitiu a proposição de um projeto de recuperação e preservação ambiental das nascentes, considerando o envolvimento de diversos atores sociais, uso e a ocupação do solo, restrição à instalação de atividades potencialmente poluidoras na área de preservação permanente e à montante das nascentes (em sua micro bacia hidrográfica), manejo do solo, recuperação da cobertura vegetal, saneamento básico e à educação ambiental, garantindo a qualidade das águas, um legado para as futuras gerações.

Palavras chave: Município de Pedro II, nascente, diagnóstico ambiental

ABSTRACT

The Pedro II municipality, 195 km far from Teresina, Piauí, is situated in the foothills of the Matões Mountains, forming a water divider of the Longá river watershed (water spring of the Corrente, Matos, Caldeirão and Piracuruca rivers) and Poti (water springs of Capivara and Parafuso rivers). This area is the recharge zone of the Cabeças aquifer which has high water production with insurgent mechanisms, responsible for supply of many villages. Due to its local importance, and the need for its preservation, that's why this study has as objective, to make the diagnosis and assessment of environmental impacts on water springs found in the surroundings of the Matões mountains. The field trips were preceded by the acquisition and processing of satellite images, maps and literature review. The diagnosis came from *in loco* observations, along with a photo documentary, between the years of 2012 to February 2015, with 525 described points in 64 water springs. In the laboratory stage was carried out processing of data obtained during the previous step, with production of maps and data integration. The analysis and environmental assessment were based on the methods of Listing Control, Matrix of aspects x results, and an unprecedented proposal of macroscopic environmental assessment of water springs. As a result, were identified 18 activities causing 57 environmental impacts, enabling the characterization of water resources, soil, topography, climate, air quality and noise, fauna, flora, infrastructure, standard of living, culture and economy. The water springs Environmental Quality Index shows that 45% of the studied water springs are evaluated as Preserved, 52% moderately preserved and 3% as degraded. This data set allowed the proposition of a project of environmental recovery and preservation of water springs, considering the involvement of various social actors, use and occupation of soil, restriction of installation of potentially polluting activities in the permanent preservation area and upstream of water springs (in its micro watershed), soil management, recovery of vegetation, sanitation and environmental education, ensuring the quality of water, a legacy for future generations of Pedro II citizens.

Keywords: Pedro II Municipality, Water spring, Environmental assessment

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Prancha com mapa de localização e acesso a Pedro II, bacias hidrográficas dos rios Poti e Longá, APA da Ibiapaba e Serra dos Matões.....	58
Figura 2 – Prancha com mapa de localização bacias hidrográficas dos rios Poti e Longá e sub-bacias que tiveram suas nascentes estudadas e a Serra dos Matões.....	59
Figura 3 – Mapa mostrando a pluviosidade anual na área estudada, destacando a localização da região do Gado Bravo	61
Figura 4 – Mapa geológico regional do município de Pedro II.	63
Figura 5 – Açude Joana visto da rua Mons. Uchoa.....	70
Figura 6 – Mapa com a bacia hidrográfica do rio Corrente, destacando o MDE do alto curso sobre imagem raster e a localização das nascentes estudadas no rio Corrente.....	71
Figura 7 – Nascentes do Rio Corrente.....	72
Figura 8 – Nascentes do Pirapora.....	74
Figura 9 – Nascente do Bananeira e sua APP	75
Figura 10 – Nascente do Buritizinho	76
Figura 11 – Impactos ambientais na nascente do Buritizinho.....	77
Figura 12 – Impactos ambientais nas nascentes do Pirapora.....	77
Figura 13 Nascente do Bananeira	78
Figura 14 – Rio dos Matos, próximo à mina do Boi Morto	79
Figura 15 – Mapa da bacia hidrográfica do rio dos Matos destacando o MDE do seu alto curso e a localização das nascentes estudadas	80
Figura 16 – Principais nascentes do rio dos Matos na encosta oeste da Serra dos Matões....	82
Figura 17 – Água com grande quantidade de ferro dissolvido, com precipitação do mesmo e tingimento na cor laranja dos afloramentos de arenito a jusante da nascente	82
Figura 18 – Perfis geológicos das principais nascentes do rio dos Matos	83
Figura 19 – Diversas nascentes situadas na base da encosta da Serra dos Matões em meio aos blocos que formam o colúvio constituído de blocos de arenitos e matriz arenosa	84
Figura 20 – Vista geral da frente de lavra da mina do Boi Morto	85
Figura 21 – Nascente no garimpo	85
Figura 22 – Nascente em fratura do arenito Cabeças	86
Figura 23 – Riacho Buriti	87
Figura 24 – Impactos ambientais identificados nas nascentes do rio dos Matos.....	89
Figura 25 – Impactos ambientais identificados nas nascentes do rio dos Matos.....	90
Figura 26 – Impactos ambientais identificados nas nascentes do rio dos Matos, destacando a turbidez e cor da água.....	91
Figura 27 – Impactos ambientais identificados nas nascentes do rio dos Matos, no garimpo do Boi Morto	91
Figura 28 – Vista geral da nascente do povoado Mangabeira, destacando o desmatamento de sua APP	92

Figura 29 – Impactos ambientais identificados nas nascentes do riacho Buriti.....	93
Figura 30 – Impactos ambientais identificados nas nascentes do rio dos Matos, na nascente da Santa	94
Figura 31 – Impactos ambientais identificados nas nascentes do rio dos Matos, no açude	95
Figura 32 – Rio Caldeirão, na localidade Caldeirão	95
Figura 33 – Bacia hidrográfica do rio Caldeirão destacando o MDE do alto curso sobre imagem raster e a localização das nascentes estudadas	96
Figura 34 – Vista geral do Brejo do Gado Bravo	97
Figura 35 – Nascentes do rio Caldeirão, localidade Gado Bravo	98
Figura 36 – Perfil geológico da Serra do Gado Bravo destacando a localização das nascentes e a ocorrência de argila	99
Figura 37 – Cava usada para extração de argila no brejo do Gado Bravo	100
Figura 38 – Nascentes do rio Caldeirão, localidade Morro Redondo	100
Figura 39 – Nascentes do rio Caldeirão, localidade Chã da Toca	101
Figura 40 – Nascentes do rio Caldeirão, localidade Uruçú	101
Figura 41 – Nascentes do rio Caldeirão, localidade Caldeirão	102
Figura 42 – Perfil geológico mostrando a localização da nascente na localidade Caldeirão e a presença da soleira de diabásio, acima da qual são encontradas as nascentes	103
Figura 43 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Caldeirão, brejo do Gado Bravo I	105
Figura 44 – Cerca de proteção das principais nascentes do brejo do Gado Bravo.....	105
Figura 45 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Caldeirão, brejo do Gado Bravo II..	106
Figura 46 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Caldeirão, brejo do Gado Bravo III..	107
Figura 47 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Caldeirão, na localidade Morro Redondo	108
Figura 48 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Caldeirão, na localidade Chã da Toca.....	109
Figura 49 – Mancha de sabão em bloco de arenito	109
Figura 50 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Caldeirão, na localidade Caldeirão ..	110
Figura 51– Bacia hidrográfica do rio Piracuruca, destacando o MDE de seu alto curso e a localização das nascentes estudadas	112
Figura 52 – Nascentes na localidade Chã do Saco	113
Figura 53 – Nascentes do povoado Toca de Cima	113
Figura 54 – Nascente da Raposa	114
Figura 55 – Nascente Coberta	114
Figura 56 – Nascente do Buritizeiro, destacando o controle tectônico desta nascente em meio ao Campo Rupestre	115
Figura 57 – Nascente da Chapada	115
Figura 58 – Fraturas verticais leste-oeste formando uma cachoeira	116
Figura 59 – Nascente do Buriti	116
Figura 60 – Cachoeira do Urubu Rei e riacho da Ipueira	116
Figura 61 – Nascente do Brejo de Cima e canalização da água	117

Figura 62 – Nascentes na comunidade Caranguejo	119
Figura 63 – Nascentes na comunidade Tromba	119
Figura 64 – Nascente na comunidade Crioulo	119
Figura 65 – Nascente do Estreito	121
Figura 66 – Nascentes Marmeleiro e Gameleira na comunidade Toca de Cima	122
Figura 67 – Impactos Ambientais próximo às nascentes Buriti e Barragem	122
Figura 68 – Nascente do Brejo de Cima, com destaque para o desmatamento e queimada em sua APP	123
Figura 69 – Nascente do Brejo de Cima.....	124
Figura 70 – Primeira nascente do Caranguejo	124
Figura 71 – Nascente do povoado Tromba	125
Figura 72 – Bacia hidrográfica do rio Capivara, com MDE de seu alto curso na imagem raster Topodata e a localização das nascentes no alto curso do riacho Mufumbo	126
Figura 73 – Nascentes do riacho Mufumbo, localidade Santo Antônio	128
Figura 74 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Capivara	130
Figura 75 – Mapa com a delimitação da bacia hidrográfica do rio Parafuso, Modelo Digital de Elevação mostrando o alto curso e as nascentes estudadas	131
Figura 76 – Início do canal do Rio Parafuso, a N-NE do povoado Cancão	132
Figura 77 – Nascentes do rio Parafuso, localidade Olho D’água do Meio	133
Figura 78 – Nascentes no leito do rio Parafuso, Olho D’água do Meio	133
Figura 79 – Nascente no leito do rio Parafuso, em Buriti Grande dos Aquiles	134
Figura 80 – Nascente 2 no leito do rio Parafuso, em Buriti Grande dos Aquiles	134
Figura 81 – Perfil geológico da região das nascentes do Buriti Grande dos Aquiles	135
Figura 82– Nascentes do rio Parafuso, localidade Torre	136
Figura 83 – Nascente do rio Parafuso, na fazenda Buriti	137
Figura 84 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Parafuso, Olho D’água do Meio	138
Figura 85 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Parafuso, Buriti Grande dos Aquiles	138
Figura 86 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Parafuso, Buriti Grande dos Aquiles	140
Figura 87– Impactos ambientais nas nascentes do rio Parafuso, localidade Torre	140
Figura 88 – Interferências antrópicas na fazenda Buriti	141
Figura 89 – Atividade de Irrigação em APP de nascente	143
Figura 90 – Captação de água das nascentes para consumo humano	144
Figura 91 – Desmatamento e resíduos sólidos em uma das nascentes do rio Parafuso	145
Figura 92 – Desmatamento e queimada na APP da nascente Brejo de Cima	148
Figura 93 – Pomar de mangueiras a jusante das nascentes	149
Figura 94 – Barragem na área das nascentes na localidade Torre	150
Figura 95 – Acesso de animais e banhistas ao interior do corpo hídrico	151
Figura 96 – Nascente do rio Capivara repleta de aguapés	152
Figura 97 – Erosão, captação de água e resíduos sólidos a jusante do barramento de uma nascente	152

Figura 98 – Embalagem de óleo lubrificante na APP da nascente do Pirapora	153
Figura 99 – Desmatamentos, queimadas, barragens, estradas, fruticultura modificando o uso do solo em APP de uma nascente	155
Figura 100 – Exposição do solo, pisoteio e compactação em área de nascente.....	155
Figura 101 – Desmatamento de encosta íngreme em APP com potencialização dos processos erosivos	156
Figura 102 – Desmatamento, erosão e perda da camada superficial de solo no entrono de nascente	157
Figura 103 – Abatimento de solos e rochas no interior da nascente	158
Figura 104 – Terraceamento para cultivo de olerícolas	159

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Critérios de Magnitude dos Impactos Ambientais Observados nas Nascentes	27
Tabela 2 – Processos observados na Nascente	28
Tabela 3 – Processos observados na APP	28
Tabela 4 – Cor da água	28
Tabela 5 – Turbidez	29
Tabela 6 – Odor	29
Tabela 7 – Resíduos Sólidos na Área de Preservação Permanente da Nascente	30
Tabela 8 – Resíduos Sólidos Dentro da Nascente	30
Tabela 9 – Materiais Flutuantes	30
Tabela 10 – Óleos e Graxas	30
Tabela 11 – Esgotos na nascente	31
Tabela 12 – Esgotos na APP	31
Tabela 13 – Eutrofização	31
Tabela 14 – Vegetação	31
Tabela 15 – Acesso de Animais à nascente	32
Tabela 16 – Acesso de Animais à APP	32
Tabela 17 – Uso por Humanos	32
Tabela 18 – Acesso à Nascente	32
Tabela 19 – Proximidade da nascente com Residências e/ou Criatórios	33
Tabela 20 – Equipamentos de Infraestrutura	33
Tabela 21 – APP (raio de 50 m no entorno da nascente)	33
Tabela 22 – Avaliação Macroscópica da Nascente	35
Tabela 23 – Índice de Qualidade Ambiental das Nascentes	35
Tabela 24 – Quantificação da Análise dos Parâmetros Macroscópicos	49
Tabela 25 – Classificação das Nascentes Quanto ao Grau de Preservação	49
Tabela 26 – Metodologia do Índice de Impacto Ambiental Macroscópico para Nascentes	50
Tabela 27 – Quantificação dos Parâmetros Observados	51
Tabela 28 – Parâmetros de qualidade da água para consumo humano.....	53
Tabela 29 – Matriz de Impactos Ambientais das Nascentes	160

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – À esquerda, gráfico representando os processos observados nas nascentes; à direita, gráfico com os processos observados nas APPs das nascentes	162
Gráfico 02 – Cor na água	162
Gráfico 03 – Turbidez nas nascentes.....	162
Gráfico 04 – Odor nas águas das nascentes.....	163
Gráfico 05 – À esquerda, gráfico com a representação dos resíduos encontrados nas APPs. À direita, gráfico com os resíduos no interior das nascentes.....	163
Gráfico 06 – À esquerda, esgoto na nascente. À direita, esgoto na APP.....	164
Gráfico 07 – Eutrofização nas águas das nascentes.....	164
Gráfico 08 – Estágio de preservação da vegetação encontrada na APP das nascentes.....	165
Gráfico 09 – À esquerda, gráfico representando o acesso de animais à nascente. À direita, gráfico com o acesso de animais à área de preservação permanente das nascentes estudadas.....	166
Gráfico 10 – Uso da água das nascentes por humanos.....	166
Gráfico 11 – Acesso às nascentes.....	167
Gráfico 12 – Proximidade de residências e/ou criatórios às nascentes.....	167
Gráfico 13 – Presença e distância de equipamentos de infraestrutura à nascente.....	168
Gráfico 14 – Mostra a avaliação geral do estado de preservação das APPs das nascentes.	168
Gráfico 15 – Mostra o Índice de Qualidade Ambiental das Nascentes.....	169

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 JUSTIFICATIVA	19
3 OBJETIVOS	21
3.1 Objetivo Geral	21
3.2 Objetivos específicos	21
4 MÉTODO E PROCEDIMENTOS	22
4.1 Introdução	22
4.2 Expedições às Nascentes	22
4.3 Geoprocessamento	23
4.4 Descrição Geológica das Nascentes	24
4.5 Análise e Avaliação Ambiental das Nascentes	24
5 REFERENCIAL TEÓRICO	36
5.1 Unidade de Conservação	36
5.2 Aspectos Legais	37
5.3 Bacia Hidrográfica	42
5.4 Formação Florestal Ribeirinha: Mata de Galeria x Mata Ciliar	43
5.5 Nascentes	46
5.6 Análise e Avaliação Ambiental das Nascentes	47
5.7 Parâmetros de Qualidade da Água para Consumo Humano	52
5.8 Recuperação de áreas degradadas	54
6. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	57
6.1 Localização e Acesso	57
6.2 Aspectos Socioeconômicos	57
6.3 Aspectos Fisiográficos	60
6.4 Recursos Hídricos na Serra dos Matões	64
6.5 Aspectos Ambientais	66
6.6 Unidades de conservação	67
6.6.1 APA da Serra da Ibiapaba	67
6.6.2 Parque Ambiental do Pirapora	68
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES	70
7.1 Descrição das Nascentes	70
7.1.1 Nascentes do rio Corrente	70
a) Nascente do Pirapora	73
b) Nascente do Bananeira	74
c) Nascente do Buritizinho	75

7.1.1.1 Impactos ambientais nas nascentes do rio Corrente	76
7.1.2 Nascentes do rio dos Matos	77
7.1.2.1 Impactos ambientais nas nascentes do rio dos Matos	87
7.1.3 Nascentes do rio Caldeirão	95
7.1.3.1 Impactos ambientais nas nascentes do rio Caldeirão	104
7.1.4 Nascentes do rio Piracuruca	110
7.1.4.1 Impactos ambientais nas nascentes do rio Piracuruca	120
7.1.5 Nascentes do rio Capivara	125
7.1.5.1 Impactos ambientais nas nascentes do rio Capivara	128
7.1.6 Nascentes do rio Parafuso	130
7.1.6.1 Impactos ambientais nas nascentes do rio Parafuso	138
7.2 Análise e Avaliação Ambiental das Nascentes	142
7.2.1 Listagem de Controle	142
7.2.1.1 Meio Socioeconômico	142
7.2.1.2 Meio Biótico	146
a) Fauna	146
b) Flora	147
7.2.1.3 Meio Físico	149
a) Recursos Hídricos	149
b) Clima, Qualidade do Ar e Ruído	153
c) Solo	154
d) Relevo	158
7.2.2 Matriz de Impactos	159
7.2.3 Avaliação Ambiental Macroscópica dos Impactos Encontrados nas Nascentes	161
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	170
REFERÊNCIAS	177
APÊNDICES	189
APÊNDICE A – Tabela de Avaliação macroscópica das nascentes do rio dos Matos.....	190
APÊNDICE B – Tabela de Avaliação macroscópica das nascentes do rio Corrente.....	191
APÊNDICE D – Tabela de Avaliação macroscópica das nascentes do rio Piracuruca.....	193
APÊNDICE E – Tabela de Avaliação macroscópica das nascentes do rio Parafuso.....	194
APÊNDICE F – Tabela de Avaliação macroscópica das nascentes do rio Capivara.....	195
APÊNDICE G – Tabela de Classificação das nascentes quanto aos parâmetros macroscópicos.....	196
ANEXOS	197
ANEXO 1 - Poesia Matões.....	198
ANEXO 2 - Poesia Ladeira do Pirapora	203
ANEXO 3 - Poesia Despoema ao Pirapora	206

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os impactos ambientais resultantes da ação antrópica remontam ao período colonial, com a exploração predatória dos recursos naturais (madeira, ouro e diamante) sem qualquer estudo ou planejamento. Os diversos ciclos de desenvolvimento econômico que se sucederam, envolvendo o agronegócio (café, açúcar, soja e gado), a industrialização e a urbanização, agravaram o cenário de degradação.

Com o avanço do debate ambiental em contraponto ao crescimento populacional, tecnológico, industrial e ao consumismo, que imprimem uma maior demanda da sociedade moderna por produtos provenientes da natureza, especialmente insumos minerais (metais, material construção civil, etc.) e orgânicos (madeiras, alimentos, etc.), questões que outrora foram negligenciadas, vêm à tona: perda da biodiversidade, desertificação, mudanças climáticas, poluição do ar e da água, falta de saneamento básico, disposição inadequada de resíduos. Esses, dentre outros temas, relacionados com a dimensão ambiental, passaram a ser discutidos.

As discussões a respeito dos projetos e políticas voltadas para a promoção do desenvolvimento passam a considerar a sustentabilidade, especialmente a partir das conferências promovidas pela Organização das Nações Unidas (ONU) como aquelas realizadas em Estocolmo (1972), Moscou (1987), Rio de Janeiro (1992), Johannesburgo (2002) e Rio + 20 (2012), citadas por Nunes (2008), Brasil (1997), Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2015), BRASIL (2012) e Sanchez (2008).

Neste cenário, a interdisciplinaridade da questão socioambiental envolve saberes de áreas como Geografia, Geologia, Biologia, Sociologia, dentre outras ciências, de forma integrada e holística, tendo como unidade territorial para a gestão ambiental de um dado espaço geográfico, com seus múltiplos usos, uma bacia hidrográfica, onde a geografia se destaca por ser uma ciência que estuda os aspectos sociais e ambientais na organização espacial.

O processo de ocupação e uso do solo de uma bacia hidrográfica, que envolve desmatamento e ocupação de áreas de preservação permanente, com destaque para áreas de nascentes, potencializa a degradação da qualidade ambiental, assim como definida pela Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (*a alteração adversa das características do meio ambiente*, Art. 3º, inciso II), podendo ser associada, por exemplo, à supressão da vegetação, queimada, extinção de espécies (fauna e flora), erosão, compactação e perda da fertilidade de solo, assoreamento de canal fluvial, inundação, contaminação de corpos hídricos, movimentos

de massa, diminuição da recarga de aquífero, rebaixamento do lençol freático e exaustão de nascentes.

A área de estudo abrange as nascentes localizadas no entorno da Serra dos Matões, inseridas na APA da Serra da Ibiapaba, localizada à nordeste-norte-noroeste da cidade de Pedro II (Piauí) onde foi realizado este diagnóstico e análise ambiental com vistas à recuperação e preservação das mesmas.

Este estudo pretende responder às seguintes questões: Quais nascentes estão afetadas por processos de degradação ? Como estão afetadas ? Qual a natureza deste impacto ? Qual a sua magnitude ? E quanto à abrangência ? Em que momento ocorreram ou ocorrem esses processos ? Qual sua duração ? As consequências são reversíveis ? Quais parâmetros macroscópicos encontram-se alterados ? O que precisa ser feito para recuperar essas nascentes?

A relevância de tal estudo expressa-se no fato de toda esta região estudada está inserida no semiárido piauiense, carente de recursos hídricos em quantidade e qualidade para atender as necessidades básicas da população, especialmente a rural, menos assistida pelos poderes públicos. As nascentes estudadas têm uma grande importância e múltiplos usos, como: consumo humano, produção de alimentos, geração de renda, possibilitando a fixação do homem no meio rural. Apesar destes fatores, há um enorme contraste com a situação encontrada nas comunidades instaladas no entorno da Serra dos Matões, que por falta de conhecimento de seus moradores, desmatam a área de preservação das nascentes, potencializando processos erosivos e o comprometimento da recarga do aquífero Cabeças, dentre outros impactos, que têm como consequência, a redução da vazão, contaminação da água e até a “morte” de muitas nascentes.

Assim, é foco desta pesquisa a avaliação ambiental macroscópica das nascentes e suas áreas de preservação permanente, localizadas no entorno da Serra dos Matões, no município de Pedro II, Piauí, como subsídio a futuros projetos para recuperação e consequente preservação destes mananciais na região.

2 JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa é relevante pelo conjunto de fatores que estão envolvidos na área estudada, tais como:

- ✓ Geomorfologicamente, a área em estudo está situada num relevo serrano, com cotas entre 500 e 820 metros, em terrenos sedimentares, próximo à borda da Bacia Sedimentar do Parnaíba e o contato desta com a Depressão Sertaneja;
- ✓ É uma zona de transição entre os biomas Cerrado e Caatinga, contendo espécies de Mata Atlântica e ocorrências de endemismos;
- ✓ A Serra dos Matões é o divisor das bacias hidrográficas dos rios Poti e Longá, com dezenas de nascentes perenes no seu entorno;
- ✓ Toda a área estudada está inserida na unidade de conservação federal APA da Serra da Ibiapaba;
- ✓ Os arenitos mapeados na região, que contêm as nascentes, fazem parte da área de recarga do aquífero Cabeças;
- ✓ Os barramentos dos açudes Joana (no rio Corrente, em Pedro II), Caldeirão (no rio Caldeirão, em Piripiri) e Piracuruca (no rio e cidade de mesmo nome) são responsáveis pelo fornecimento e abastecimento de água em seus respectivos municípios;
- ✓ Todo o município de Pedro II está inserido numa área de crescente interesse turístico (cultural, ecoturismo, turismo rural e mineral, dentre outros), com relevantes investimentos públicos (municipal, estadual e federal) e privados, que se destacam pela ausência de planejamento ambiental, implicando num crescimento desordenado e nocivo ao meio ambiente.

Há uma crescente ação antrópica na região estudada em função do crescimento da cadeia produtiva do turismo, tornando mais importante e urgente este estudo abordando o diagnóstico e a análise ambiental das nascentes dos rios Capivara, Parafuso (Bacia Hidrográfica do rio Poti), Corrente, dos Matos, Caldeirão e de alguns riachos pertencentes ao alto curso do rio Piracuruca (Bacia Hidrográfica do rio Longá), todas localizadas no entorno da Serra dos Matões.

Nesta Serra e em seu sopé, são encontrados vários povoados, diversos atrativos turísticos (cachoeiras, cavernas, mirantes, etc.) e um mosaico florístico característico de transição entre os biomas Cerrado e Caatinga, contendo espécimes de Mata Atlântica. No entorno, localizam-se garimpos e minas (opalas e rochas), empreendimentos imobiliários,

sítios e fazendas, além de inúmeras áreas desmatadas pelos nativos com o emprego de queimadas e práticas agrícolas rudimentares. O uso predatório dos recursos naturais, especialmente aqueles situados nas áreas das nascentes de rios, riachos e seus entornos, põem em cheque todo esse patrimônio natural, que precisa ser conhecido e preservado.

A necessidade do desenvolvimento de uma nova metodologia para a realização da avaliação ambiental macroscópica (visual) das nascentes estudadas surgiu com a constatação de que existem inúmeras propostas metodológicas com este objetivo, mas nenhuma delas contempla um conjunto de parâmetros de qualidade ambiental que permita uma avaliação simples e imediata durante os trabalhos de campo, com clareza na definição de seus diversos parâmetros ambientais.

Destaca-se também, com este estudo, a contribuição que proporciona ao enriquecer a base de dados sobre a região, possibilitando a proposição de medidas de conservação e reabilitação das nascentes degradadas, que poderão ser duplicadas para nascentes de outras bacias hidrográficas.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Realizar o diagnóstico e a avaliação dos impactos ambientais em nascentes encontradas no entorno da Serra dos Matões, município de Pedro II, Piauí, fundamentada numa proposta de Avaliação Ambiental Macroscópica.

3.2 Objetivos específicos

- Apresentar uma nova metodologia para avaliação ambiental macroscópica de nascentes;
- Diagnosticar as nascentes dos rios Capivara, Parafuso (Bacia Hidrográfica do rio Poti), Corrente, dos Matos, Caldeirão e Piracuruca (Bacia Hidrográfica do rio Longá) localizadas nas encostas da Serra dos Matões e seu entorno, quanto aos aspectos dos meios físico, biológico e antrópico;
- Avaliar os impactos ambientais encontrados nas nascentes e em sua área de preservação permanente;
- Apresentar recomendações para recuperação e preservação das nascentes estudadas.

4 MÉTODO E PROCEDIMENTOS

4.1 Introdução

No estudo ambiental das nascentes, foi utilizado o método indutivo, com diagnóstico e análise das informações de forma sistêmica e qualitativa, a partir de observações *in loco*, juntamente com um documentário fotográfico (Macedo, 1995). O método indutivo caracteriza-se pela observação e registro dos fatos, análise e classificação, conclusão e comprovação da conclusão.

A execução deste estudo compreendeu três etapas: preparação para o trabalho de campo; levantamento de dados em campo; e tratamento, análise, integração de dados e redação da tese.

A etapa de preparação para o campo consistiu na aquisição e tratamento de imagens de satélite, mapas e revisão bibliográfica.

Já a etapa de campo foi realizada por meio de expedições às nascentes dos rios em estudo que ocorreram nos anos de 2012 a 2014, entre os meses de agosto a dezembro, sendo considerados somente aqueles locais onde há surgência do lençol freático continuamente durante todo o ano, perenes. Foram descritos 525 pontos durante os trabalhos de campo, sendo 64 nascentes, distribuídos entre as Bacias Hidrográficas dos rios Corrente, dos Matos, Caldeirão, Piracuruca, Parafuso e Capivara.

Na etapa de laboratório foi realizado o tratamento das informações levantadas durante as etapas de campo, com geração de mapas temáticos, análise e integração de dados como: relevo, geologia, lineamentos estruturais, rede hidrológica, bacias hidrográficas, poluição hídrica, identificação e análise dos impactos ambientais.

4.2 Expedições às Nascentes

As expedições às nascentes (viagens de campo) foram agrupadas temporalmente por bacia hidrográfica, sendo realizadas sempre no período seco do ano, com a utilização de um veículo tipo *pick-up*, com tração 4x4. Essas viagens foram precedidas de entrevista com moradores de Pedro II, preparação de mapas, delimitação da área a ser estudada, definição de roteiros e locais a serem visitados.

Ao chegar às áreas, procurou-se entrevistar lideranças locais, moradores e agricultores para melhor definição das nascentes a serem visitadas, contratação de um guia local e visita às nascentes.

Durante os percursos até as nascentes, aspectos como vegetação, impactos ambientais, aspectos geológicos (litologias, presença de fraturas e falhas, etc.), caracterização da área de preservação permanente associada à nascente a ser estudada, acesso direto de animais, presença de resíduos na nascente e entorno, construções, captações de água, múltiplos usos, proximidade de atividades impactantes, etc., eram observados, anotados e registrados com uma máquina fotográfica SONY *Sybershot*, de 14.1 MPX e um GPS Garmin modelo *60 CSx Map*.

4.3 Geoprocessamento

A localização geográfica das nascentes foi obtida por meio do uso de GPS, marca Garmin, modelo *60 CSx Map*, formatado com o *datum* SIRGAS 2000 e sistema de coordenada plana UTM. Estes pontos foram processados com o uso do *software Track Maker Pro*, sendo convertidos para o formato com extensão *shape files* (pontos de campo e trilhas), para serem reconhecido pelo *software* ArcGIS 10.2.

Foi desenvolvido um banco de dados (BD) com informações sobre as nascentes estudadas visando subsidiar projetos para a recuperação e preservação das mesmas. O BD usado pelo *software* ArcGIS 10.2, denominado Projeto Nascentes, é constituído pelos seguintes *shapes files*:

- Cartas Topográficas da DSG (1978a, 1978b, 1978c, 1979), folhas Pedro II (SB-24-V-A-II), Piripiri (SB-24-V-A-I), Conceição (SB-24-V-A-IV) e Macambira (SB-24-V-A-V), todas na escala 1:100.000;
- Mapa geológico regional da CPRM (1:1.000.000);
- Mapa das bacias hidrográficas (1:100.000);
- Rede de drenagens (1:100.000);
- Imagem de satélite LANDSAT obtidas no site www.inpe.br e imagem livre *Google Earth*, da região;
- Curvas de níveis espaçadas de 5 em 5 metros;
- Lineamentos estruturais;

Foram utilizadas imagens do TOPODATA, disponibilizados no site do INPE (2013), referente à folha Pedro II (04S42_ZN), com acesso pelo link <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/> em 12 de setembro de 2013.

A rede hidrológica foi gerada a partir do modelo digital do terreno, pela ferramenta *Hidrology*, do *sottware* ArcGis.

Com base no relevo e na rede hidrografia, foram geradas as bacias hidrográficas da área em estudo, corrigidas, quando necessário, manualmente.

Na geração do Modelo Digital de Elevação (MDE) foram utilizados os *softwares Global Mapper 10, Surfer 8* e a imagem *raster* TOPODATA. O *software Global Mapper* converteu a imagem *raster* TOPODATA para o *grid* aceito pelo *software Surfer*, no qual foi gerado o modelo em 3D pela ferramenta *wireframe map*. Esses MDE vistos nas pranchas de localização das nascentes estudadas mostram nas cotas inferiores a 200 m tons azulados; cotas entre 200 e 500 metros apresentam tonalidades esverdeadas e amareladas; e cotas superiores a 500 metros mostram tons avermelhados.

As curvas de nível foram extraídas com o *software Global Mapper 10*, com a aplicação da ferramenta *Generate Contours* na imagem *raster* do TOPODATA, havendo equidistância de 5 metros entre as mesmas.

4.4 Descrição Geológica das Nascentes

No mapeamento das nascentes houve descrição das litologias encontradas nas nascentes e seus entornos, com registro dos dados em mapas digitais baseados nas cartas DSG, referentes às folhas Pedro II (SB-24-V-A-II), Piripiri (SB-24-V-A-I), Conceição (SB-24-V-A-IV) e Macambira (SB-24-V-A-V), na escala de 1: 100.000, convertidos para escala de detalhe como 1:2.000, sendo estes mapas usados durante os trabalhos de campo.

Perfis geológicos foram obtidos a partir de caminhamentos desde as cotas mais altas em direção às cotas inferiores passando pelos locais onde se encontravam as principais nascentes. Estas informações foram plotadas em perfis topográficos obtidos através do *software Global Mapper 10*, com a imagem *raster* TOPODATA, sendo os perfis traçados manualmente sobre a *raster* através da ferramenta *3d Path Profile/ Line of Sight Tool*, salvando o perfil topográfico como figura. Em ato contínuo, esta figura é aberta no *software ArcGis*, sofrendo as edições de vetorização em *shape file*.

Procurou-se identificar e caracterizar os mecanismos formadores das nascentes, como nascente resultante de surgência em fraturas ou de diferenças na porosidade e permeabilidade das rochas.

4.5 Análise e Avaliação Ambiental das Nascentes

A análise e avaliação ambiental das nascentes tiveram como fundamentação conceitual a Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986), que define os

critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental contendo o diagnóstico e análise ambiental da área de influência das nascentes estudadas com a completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, em seus aspectos dos meios físico, biológico e socioeconômico. Em seu artigo sexto, essa Resolução explicita que o estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades:

[...] II - Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais. III - Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas. IV - Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados. (BRASIL, 1986, p.1)

O estudo das Áreas de Preservação Ambiental das nascentes e suas áreas de entorno foi realizado através de visitas *in loco* com o objetivo de diagnóstico dos parâmetros ambientais (meio físico, biota e socioeconômica). A análise destes dados é apresentada através dos métodos de Listagem de Controle, Matriz de Impactos e da Avaliação Ambiental Macroscópica das nascentes, que permitiram relacionar as atividades com os impactos ambientais, orientando a proposição das medidas mitigadoras, visando à recuperação ambiental das nascentes e o monitoramento destas.

Os impactos ambientais, com as respectivas ações geradoras, foram apresentados a partir do método de *checklist*. Esse método consta de listas padronizadas de fatores ambientais para tipos específicos de projetos, constitui-se em técnicas de identificação e pode também incorporar escalas de valoração e ponderação dos fatores.

Para auxiliar a explanação dos impactos, utilizou-se, ainda, uma Matriz de Impactos baseada na Matriz de causa *versus* efeitos proposta por Leopold et al. (1971) modificada, que é uma matriz bidimensional, na qual relacionam-se as ações impactantes com fatores ambientais. A matriz é usada para uma visualização mais rápida, correlacionando as ações identificadas na nascente e seu entorno imediato com o impacto resultante desta.

Optou-se por inserir na listagem de controle dos impactos, os atributos das prováveis modificações, incluídos nesses:

➤ Natureza dos Impactos

- ✓ Benéfico (positivo): o indicador ou parâmetro ambiental terá melhorias em suas características;
- ✓ Adverso (negativo): o indicador ou parâmetro ambiental terá decaimento em suas características.

➤ Magnitude

- ✓ Fraco: o impacto causará poucas modificações no indicador ou parâmetro.
- ✓ Moderado: o impacto causará modificações moderadas no indicador ou parâmetro;
- ✓ Forte: o impacto causará modificações sensíveis no indicador ou parâmetro;

➤ Abrangência

- ✓ Área diretamente afetada: o impacto será restrito a área da nascente e sua APP. Relação primária de causa e efeito;
- ✓ Área indiretamente afetada: o impacto se estende às áreas vizinhas da nascente e sua APP. Relação secundária de causa e efeito;

➤ Momento de Ocorrência

- ✓ Imediato: o impacto ocorrerá no momento da ação;
- ✓ Médio prazo: o impacto ocorrerá no período de funcionamento do empreendimento;
- ✓ Longo prazo: o impacto ocorrerá durante e após a desativação do empreendimento.

➤ Duração

- ✓ Temporário: o impacto ocorrerá somente durante um determinado período, enquanto durar a ação;
- ✓ Permanente: o impacto terá duração permanente.

➤ Reversibilidade

- ✓ Reversível: existe a possibilidade de correção ou minimização do impacto;
- ✓ Irreversível: não existe a possibilidade de correção ou minimização do impacto.

A Avaliação Ambiental Macroscópica das Nascentes, aqui proposta e aplicada nas nascentes estudadas, foi pensada a partir das primeiras expedições de campo, quando surgiu a necessidade de uma nova metodologia de avaliação rápida, com parâmetros ambientais que refletissem o cenário encontrado nas nascentes localizadas no entorno da Serra dos Matões, pois as disponíveis na literatura especializada não respondiam às necessidades e/ou apresentavam definições não compatíveis com as variáveis observadas em campo, a saber: Processos observados na Nascente, Processos observados na APP, Cor da água, Turbidez, Odor, Resíduos Sólidos na APP, Resíduos Sólidos Dentro da Nascente, Materiais Flutuantes,

Óleos e Graxas, Esgotos na Nascente, Esgoto na APP, Eutrofização, Vegetação, Acesso de Animais à nascente, Acesso de Animais à APP, Uso por Humanos, Acesso à Nascente, Proximidade da nascente com Residências e/ou Criatórios, Equipamentos de Infraestrutura e APP (raio de 50 m no entorno da nascente). Nesta proposta de Avaliação Ambiental Macroscópica (visual) das Nascentes os 20 (vinte) parâmetros considerados, abordam aspectos legais, geológicos, biológicos, interferências antrópicas e a observação direta das condições ambientais que refletem a qualidade da preservação das nascentes estudadas, aos quais são atribuídos os valores: (1) sem impacto ou não observável; ou (3) com impacto, observável; ou (2) que está presente em alguns poucos atributos, representando uma valoração intermediária.

As definições de todos os parâmetros e suas quantificações estão descritas nas Tabelas 01 a 21:

Tabela 1 – Critérios de Magnitude dos Impactos Ambientais Observados nas Nascentes

CRITÉRIO	VALORAÇÃO	DESCRIÇÃO
Sem impactos ou Não observável	1	Impacto ambiental não observado ou virtualmente ausente ou não perceptível a vista desarmada.
Com Impacto	3	Impacto ambiental observável a vista desarmada.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Estes critérios e atribuição de valores foram aplicados às nascentes estudadas, na avaliação de diversos parâmetros durante as visitas de campo, visualmente, sem auxílio de equipamentos e análises laboratoriais, tendo sido considerados para sua definição, o conhecimento de campo do autor em geologia, hidrogeologia, geomorfologia, legislação ambiental e diversas referências, tais como: Pozzobon et al. (1995), Callisto et al. (2002), Calheiros et al. (2004), Gomes et al. (2005), Xavier & Teixeira (2007), CETESB (2008), Felipe & Magalhães Jr (2009), Felipe et al. (2009), CETESB (2010), Rodrigues et al. (2010), Firmino et al. (2011), Miranda (2011), Guimaraes et al. (2012), Rodrigues et al. (2012), Malaquias & Cândido (2013), UFV (2014), UFRRJ (2014), a Lei Nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010) que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2008), alterada pela Resolução 410/2009 e pela Resolução 430/2011. Na descrição dos parâmetros adotados na proposta de Avaliação Macroscópica das Nascentes (Tabelas 02 a 21), foram feitas as considerações a respeito do aspecto legal e definições que caracterizaram cada um desses parâmetros.

As Tabelas 02 e 03, respectivamente, classificam a presença e/ou ausência de erosão e/ou assoreamento no substrato (margens e fundo) e, na área de preservação permanente

(APP) da nascente estudada, onde considerou-se as seguintes definições baseadas no conhecimento do autor:

EROSÃO: Deslocamento de sedimentos na superfície terrestre resultantes dos processos intempéricos e antrópicos, principalmente através da água e vento.

ASSOREAMENTO: É a deposição e acumulação dos sedimentos e resíduos em corpos d'água.

Tabela 2 – Processos observados na Nascente

3	Erosão e assoreamento: se observam feições erosivas nas margens e/ou assoreamento da nascente.
1	Sem erosão e sem assoreamento do substrato e margens.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Tabela 3 – Processos observados na APP

3	Erosão e assoreamento: se observam feições erosivas na APP, podendo ser resultante de desmatamento, construção de equipamentos de infraestrutura ou qualquer outra ação antrópica.
1	Sem erosão e sem assoreamento.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015

A cor de uma amostra de água (Tabela 04) se deve a presença de substâncias em solução, principalmente material orgânico coloidal (exemplos: substâncias naturais resultantes da decomposição de folhas e madeiras, esgotos domésticos ou rurais e efluentes industriais como taninos – de curtumes; anilinas - de indústrias têxteis e tintas; lignina e celulose - de indústrias de celulose e papel, etc.) e inorgânico (exemplos: compostos de ferro e manganês) naturais.

A Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL 2008), alterada pela Resolução 410/2009 e pela Resolução 430/2011, no Artigo 14, letra e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausente.

Tabela 4 – Cor da água

3	Colorida: água com coloração.
1	Incolor: cor virtualmente ausente. Não perceptível pela visão. Sem coloração.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

A turbidez relaciona-se à presença de partículas inorgânicas (areia, silte, argila) em suspensão e a detritos orgânicos, algas, bactérias, plâncton, etc. (Tabela 05).

A origem das partículas inorgânicas em suspensão está associada à ação erosiva da água a montante da nascente ou das margens e fundo, enquanto as orgânicas, em geral, estão associadas a desequilíbrios no ecossistema aquático.

Tabela 5– Turbidez

3	Turva: água translúcida, com turbidez. Observado da margem com vista desarmada, permite a passagem da luz, podendo ou não ser observado através da água, o substrato da nascente.
1	Isenta de turbidez: Virtualmente ausente. Água transparente, cristalina. Turbidez não perceptível pela visão, com vista desarmada.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Quanto ao odor, visto na Tabela 06, a Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2008), alterada pela Resolução 410/2009 e pela Resolução 430/2011, no Artigo 14, letra d: substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausente.

Foi considerada nesta proposta a presença de substância que comunique odor ou a sensação do odor. Essa característica pode resultar de causas naturais (exemplos: vegetação em decomposição, bactérias, fungos e compostos orgânicos como gás sulfídrico, etc.) ou artificiais (exemplos: esgotos *in natura* domésticos e industriais).

Tabela 6 – Odor

3	Com odor: existência de odor na água.
1	Inodoro: odor virtualmente ausente. Não perceptível.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

A análise da presença de resíduos sólidos baseia-se na Lei Nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), artigo 3º, inciso XVI, e define resíduo sólido como material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade.

Foi considerada nesta proposta a presença ou não de resíduos sólidos encontrados na Área de Preservação Permanente de cada nascente (raio de 50 metros), sem considerar a toxicidade ou magnitude ou abrangência resultante desses (Tabela 07). A presença ou não de resíduos sólidos encontrados dentro da nascente, sem considerar a toxicidade ou abrangência resultante dessa presença é abordada na Tabela 08.

Tabela 7 – Resíduos Sólidos na Área de Preservação Permanente da Nascente

3	Presente: um ou mais unidades.
1	Virtualmente ausente. Não perceptível.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Tabela 8– Resíduos Sólidos Dentro da Nascente

3	Presente: um ou mais itens.
1	Virtualmente ausente. Não perceptível.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

A avaliação dos materiais flutuantes segue a Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2008), alterada pela Resolução 410/2009 e pela Resolução 430/2011, no Artigo 14, letra b, materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausente (não é perceptível pela visão).

A quantificação deste parâmetro é associada à quantidade e distribuição de materiais flutuantes encontrados no espelho d'água da nascente (Tabela 09).

Tabela 9 – Materiais Flutuantes

3	Presente: materiais flutuantes observados, encobrendo parcialmente a totalmente a lâmina d'água da nascente.
1	Virtualmente ausente: não são vistos materiais flutuantes.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

A Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2008), alterada pela Resolução 410/2009 e pela Resolução 430/2011, no Artigo 14, letra c, aborda os óleos e graxas: virtualmente ausente (não é perceptível pela visão).

A quantificação deste parâmetro (Tabela 10) é associada à quantidade e distribuição de óleos e graxas na nascente, perceptíveis a vista desarmada.

Tabela 10 – Óleos e Graxas

3	Presente: óleos e/ou graxas observados na lâmina d'água.
1	Virtualmente Ausente: Não observado Óleos e Graxas na nascente.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

A presença ou não de esgotos despejados direta ou indiretamente na nascente e na área de preservação permanente de uma nascente é vista nas Tabelas 11 e 12.

Tabela 11 – Esgotos na nascente

3	Fluxo direto: se observam fluxos de residências, currais (ou outros criatórios), indústrias ou outra fonte resultante de atividade antrópica caindo diretamente na nascente. Fluxo pluvial: quando a nascente está exposta aos escoamentos pluviais resultantes de chuvas que carregam esgotos e resíduos de residências, currais (ou outros criatórios), indústrias ou outra fonte resultante de atividade antrópica.
1	Virtualmente ausente: Não é perceptível pela visão desarmada.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Tabela 12 – Esgotos na APP

3	Fluxo direto: se observam fluxos de residências, currais (ou outros criatórios), indústrias ou outra fonte resultante de atividade antrópica caindo diretamente na APP da nascente. Fluxo pluvial: quando a APP está exposta aos escoamentos pluviais resultantes de chuvas que carregam esgotos e resíduos de residências, currais (ou outros criatórios), indústrias ou outra fonte resultante de atividade antrópica.
1	Virtualmente ausente: Não é perceptível pela visão desarmada.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

A observação ou não da presença de macrófitas aquáticas e matéria orgânica na Nascente, é relacionada à eutrofização (Tabela 13).

Tabela 13 – Eutrofização

3	Matéria orgânica e/ou Macrófitas aquáticas: presença de matéria orgânica de origem antrópica, em suspensão e/ou de macrófitas aquáticas visíveis a vista desarmada.
1	Virtualmente ausente: não são vistos.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

A vegetação é avaliada tendo como padrão a vegetação nativa, original, num raio de 50 m no entorno da nascente, em sua área de preservação permanente (Tabela 14).

Tabela 14 – Vegetação

3	Suprimida: Vegetação nativa totalmente retirada, podendo estar desmatada e/ou substituída por soja, capim, milho, feijão, arroz, cana de açúcar e outras culturas temporárias.
2	Alterada: Parte da vegetação nativa retirada e/ou substituída por espécies frutíferas, ornamentais e exóticas.
1	Nativa: A vegetação original preservada, podendo enquadrar-se nesta quando a vegetação tiver sido recuperada com espécies da flora original.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Os parâmetros que abordam o “acesso direto de animais” avaliam a facilidade de acesso, quantidade e frequência de animais domesticados à nascente e à sua APP (Tabelas 15 e 16).

Tabela 15 – Acesso de Animais à nascente

3	Observado a presença de animais de criatórios e/ou, fezes e/ou pegadas na nascente.
1	Virtualmente ausente: Não são vistos animais, nem fezes nem pegadas. São virtualmente ausentes (não é perceptível).

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Tabela 16 – Acesso de Animais à APP

3	Observado a presença de animais de criatórios e/ou, fezes e/ou pegadas na APP.
1	Virtualmente ausente: Não são vistos animais, nem fezes nem pegadas. São virtualmente ausentes (não é perceptível).

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

O “uso da água por humanos” avalia se a água escoar naturalmente pelo seu canal fluvial ou se há a captação, desvio e usos múltiplos da água da nascente pelos seres humanos (Tabela 17).

Tabela 17 – Uso por Humanos

3	Uso Observado: uso da água da nascente através de canalizações, desvios, bombeamento ou outra forma de captação, para consumo humano, dessedentação animal, lazer, irrigação, criatórios, lavagem de roupas, etc.
2	Esporádico: captação é realizada esporadicamente em eventos climáticos extremos (secas), desabastecimento público, etc. Realizada de forma pontual e descontínua.
1	Não observado ou Virtualmente Ausente.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Considerando a facilidade ou dificuldade para se chegar à nascente associado ao relevo e vegetação, tem-se a Tabela 18.

Tabela 18 – Acesso à Nascente

3	Fácil: existência de ruas, estradas, caminhos e trilhas. Vegetação de pequeno porte e relevo plano a ondulado.
1	Difícil: existência de trilhas estreitas em meio à vegetação densa e relevo acidentado com encostas íngremes.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

A existência e distância de residências e/ou criatórios na APP da nascente é analisada quanto à presença ou não desses dois itens e quanto à distância dos mesmos em relação à nascente e sua APP (Tabela 19).

Tabela 19 – Proximidade da nascente com Residências e/ou Criatórios

3	Menos de 50 m.
2	Observado há mais de 50 m .
1	Não observado .

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

A Tabela 20 considera a existência e distância para a nascente de construções como balneários, ruas, estradas, barramentos, canalização da água, cercas, telas, caixas de armazenamento, muros e outras formas ou tipos de obras de engenharia.

Tabela 20 – Equipamentos de Infraestrutura

3	Menos de 50 m.
2	Observado há mais de 50 m.
1	Não observado.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Avaliação geral do estado de preservação da APP de uma nascente pode ser vista na Tabela 21.

Tabela 21 – APP (raio de 50 m no entorno da nascente)

3	Impactada: observado interferência antrópica, desmatamento, compactação do solo, fácil acesso, presença de animais, erosão e assoreamento. Presença de equipamentos de infraestrutura e de resíduos sólidos e/ou esgotos. Pode preservar parte de suas características naturais.
1	Preservada: em seu estado natural.

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

A quantificação dos parâmetros vistos nas Tabelas 02 a 21, que integram esta proposta de Avaliação Ambiental Macroscópica das Nascentes foi reunida na Tabela 22.

O somatório dos pontos destes parâmetros (1 ou 2 ou 3) encontrados em cada uma das nascentes estudadas define um Grau de Preservação, refletindo a qualidade ambiental da mesma. Com um somatório entre 20 a 32 pontos, o grau de preservação é **preservada**; de 33 a 46 pontos, o grau de preservação é **moderadamente preservada** e, de 47 a 60 pontos, o grau de preservação da nascente é **degradada** (Tabela 23).

A nascente enquadrada no grau de preservação PRESERVADA, com pontuação final entre 20 a 32 pontos, reflete a pontuação 1 em praticamente todos os parâmetros macroscópicos e, adicionalmente, pontos em parâmetros como existência de pequenos barramentos para facilitar a captação, vegetação alterada, captação contínua, existência de acesso à nascente.

O Grau de Preservação DEGRADADA corresponde à nascente com 47 a 60 pontos. Apresentam predominantemente os parâmetros macroscópicos mais alterados, com desmatamentos, erosões, assoreamentos, esgotos, resíduos sólidos, acesso de animais, eutrofização, turbidez, facilidade de acesso, APP impactada, equipamentos de infraestrutura próximos.

Esta metodologia foi aplicada em todas as nascentes dos rios Caldeirão, dos Matos, Corrente, Piracuruca, Capivara e Parafuso, sendo que a análise e interpretação destes resultados mostram o quão elas estão preservadas ou não.

Ao confrontar os resultados obtidos na Listagem de Controle com a Matriz de Impactos (análise ambiental) e com Grau de Preservação Ambiental das Nascentes (dados fisiográficos) obtido a partir da aplicação da metodologia explicada anteriormente, o resultado deve refletir a qualidade ambiental voltada para o consumo humano e demais usos previstos na legislação aplicável, conforme os parâmetros encontrados na Resolução CONAMA Nº 357 de 17/03/2005 (BRASIL, 2008) alterada pelas Resoluções Nº 410/2009 e Nº 430/2011.

Tabela 22 – Avaliação Macroscópica da Nascente

PARÂMETROS	QUANTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS		
	1	2	3
Processos observados na nascente	Sem erosão e sem assoreamento	-	Erosão e/ou assoreamento
Processos observados na APP	Sem erosão e sem assoreamento	-	Erosão e/ou assoreamento
Cor da água	Incolor	-	Colorida
Turbidez	Isenta de turbidez	-	Turva
Odor	Inodoro	-	Com odor
Resíduos sólidos na APP da nascente	Virtualmente ausente	-	Presente
Resíduos sólidos dentro da nascente	Virtualmente ausente	-	Presente
Materiais flutuantes	Virtualmente ausente	-	Presente
Óleos e Graxas	Virtualmente ausente	-	Presente
Esgotos na nascente	Virtualmente ausente	-	Presente
Esgotos na APP	Virtualmente ausente	-	Presente
Eutrofização	Virtualmente ausente	-	Presente
Vegetação	Preservada	Alterada	Suprimida
Acesso de animais à nascente	Virtualmente ausente	-	Presente
Acesso de animais à APP	Virtualmente ausente	-	Presente
Uso por humanos	Virtualmente ausente	Esporádico	Presente
Acesso à nascente	Difícil	-	Fácil
Proximidade com residências e/ou criatórios	Não observado	Mais de 50 m	Menos de 50 m
Equipamentos de infraestrutura	Não observado	Mais de 50 m	Menos de 50 m
APP (raio de 50 m da nascente)	Preservada	-	Impactada

Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Tabela 23 – Índice de Qualidade Ambiental das Nascentes

CLASSIFICAÇÃO DAS NASCENTES QUANTO AO GRAU DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL	
PONTUAÇÃO FINAL	GRAU DE PRESERVAÇÃO
DE 20 A 32 PONTOS	PRESERVADA
DE 33 A 46 PONTOS	MODERADAMENTE PRESERVADA
DE 47 A 60 PONTOS	DEGRADADA

Fonte: Modificado de Gomes et al., 2005.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

Para o embasamento teórico deste estudo, as leituras e pesquisas se nortearam segundo as temáticas: Unidade de Conservação, Aspectos Legais, Bacia Hidrográfica, Formação Florestal Ribeirinha: Mata de Galeria x Mata Ciliar, Nascentes, Análise e avaliação ambiental das nascentes e Recuperação de Áreas Degradadas. Temáticas, essas, que embora tenham sido divididas para efeito da apresentação da síntese do conhecimento científico sobre tais temas, em campo, ocorreram de forma integrada, holisticamente.

A definição de nascente usada como referência para este estudo é encontrada na Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), o Código Florestal, em seu Artigo terceiro, que define nascente como afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água.

5.1 Unidade de Conservação

Devido à necessidade de se organizar as Unidades de Conservação (UC), instituiu-se, através da Lei nº 9.985 de 18/07/2000, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, o SNUC (BRASIL, 2000, p.2). Em seu artigo 4º, dentre outros objetivos, definidos em 13 parágrafos, dispõe que:

Manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais; proteger as espécies ameaçadas de extinção; contribuir para a preservação e a restauração de ecossistemas naturais; proteger e recuperar recursos hídricos; favorecer e promover a educação ambiental e o contato com a natureza, bem como o turismo ecológico;

Segundo o SNUC (BRASIL, 2000, p.6), a Área de Proteção Ambiental (APA) está classificada no grupo de Uso Sustentável. Seu artigo 15º, a define como:

Uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

O artigo 27 trata da obrigatoriedade das UC disporem de plano de manejo. De acordo com Cabral (2008), o plano de manejo é o documento técnico que, segundo os objetivos pleiteados pela unidade, estabelece seu zoneamento e as normas para administrar o uso da área e de seus recursos naturais. Esse é necessário para esclarecer que atividades podem ser

desenvolvidas e em que grau.

A Lei 6.902, de 27 de abril de 1981 (BRASIL, 1981, p.2), que dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental, no seu artigo 9º, estabelece normas limitando ou proibindo as seguintes atividades:

- a) A implantação e o funcionamento de indústrias potencialmente poluidoras, capazes de afetar os mananciais de água;
- b) A realização de obras de terraplanagem e abertura de canais, quando essas iniciativas importarem em sensível alteração das condições ecológicas locais;
- c) O exercício de atividades capazes de provocar uma acelerada erosão das terras e/ou um acentuado assoreamento das coleções hídricas;
- d) O exercício de atividades que ameacem extinguir na área protegida as espécies raras da biota regional.

No âmbito da área estudada existem duas unidades de conservação. Uma com administração federal, a APA da Serra da Ibiapaba; e outra municipal, o Parque Ambiental do Pirapora. A segunda está contida na primeira.

5.2 Aspectos Legais

No Brasil, existem diversas leis, códigos, resoluções e outros dispositivos legais que procuram normatizar a proteção das nascentes e demais áreas de preservação permanente.

A Constituição Federal (CF; BRASIL, 1988) em seu artigo 23, diz que é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, proteger o meio ambiente e preservar as florestas, a fauna e a flora. O Artigo 170 trata da ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tendo por fim assegurar a todos, uma existência digna, conforme os ditames da justiça social, desde que seja observado dentre outros, o princípio da defesa do meio ambiente.

Segundo o Artigo 186 da CF, o cumprimento da função social de uma propriedade rural atende simultaneamente, segundo critérios e graus de exigência estabelecidos em lei, aos requisitos da utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente (BRASIL, 1988).

O capítulo VI, que trata do meio ambiente, no artigo 225 (BRASIL, op.cit., p. 115), afirma que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.
 § 1º Objetivando assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder

Público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.

Considerando que, nos termos do art. 8º, da Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981), que trata da Política Nacional de Meio Ambiente, compete ao Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, item VII, estabelece normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos.

O artigo 1º da Resolução Nº 369 de 28/03/2006 (BRASIL, 2008), define os casos excepcionais em que o órgão ambiental competente pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente – APP: implantação de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social, ou para a realização de ações consideradas eventuais e de baixo impacto ambiental. O § 1º deste mesmo artigo, informa que é vedada a intervenção ou supressão de vegetação em APP de nascentes, veredas, manguezais e dunas originalmente providas de vegetação, salvo nos casos de utilidade pública dispostos no inciso I do art. 2º desta Resolução, e para acesso de pessoas e animais para obtenção de água.

No artigo 4º desta mesma Resolução, informa que:

Toda obra, plano, atividade ou projeto de utilidade pública, interesse social ou de baixo impacto ambiental, deverá obter do órgão ambiental competente a autorização para intervenção ou supressão de vegetação em APP, em processo administrativo próprio, nos termos previstos nesta resolução, no âmbito do processo de licenciamento ou autorização, motivado tecnicamente, observadas as normas ambientais aplicáveis. O artigo 5º menciona que o órgão ambiental competente estabelecerá, previamente à emissão da autorização para a intervenção ou supressão de vegetação em APP, as medidas ecológicas, de caráter mitigador e compensatório.

As medidas de caráter compensatório de que trata este artigo consistem na efetiva recuperação ou recomposição de APP e deverão ocorrer na mesma sub-bacia hidrográfica, e prioritariamente:

I - na área de influência do empreendimento, ou

II - nas cabeceiras dos rios (BRASIL, 2008, p.96).

Na Seção II, das Atividades de Pesquisa e Extração de Substâncias Minerais, em seu artigo 7º, é relatado que a intervenção ou supressão de vegetação em APP para a extração de substâncias minerais, observado no disposto na Seção I desta Resolução, fica sujeita à

apresentação de Estudo Prévio de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente - RIMA no processo de licenciamento ambiental, bem como a outras exigências. No caso de intervenção ou supressão de vegetação em APP para a atividade de extração de substâncias minerais que não seja potencialmente causadora de significativo impacto ambiental, o órgão ambiental competente poderá, mediante decisão motivada, substituir a exigência de apresentação de EIA/RIMA pela apresentação de outros estudos ambientais previstos em legislação.

Assim, numa APP, em qualquer ecossistema, é autorizado pelo órgão ambiental, a intervenção ou supressão de vegetação eventual e de baixo impacto ambiental, sendo consideradas no artigo 11 da mesma lei, como:

I - abertura de pequenas vias de acesso interno e suas pontes e pontilhões, quando necessárias à travessia de um curso de água, ou à retirada de produtos oriundos das atividades de manejo agroflorestral sustentável praticado na pequena propriedade ou posse rural familiar; II - implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e efluentes tratados, desde que comprovada a outorga do direito de uso da água, quando couber; III - implantação de corredor de acesso de pessoas e animais para obtenção de água; IV - implantação de trilhas para desenvolvimento de ecoturismo; V - construção de rampa de lançamento de barcos e pequeno ancoradouro; VI - construção de moradia de agricultores familiares, remanescentes de comunidades quilombolas e outras populações extrativistas e tradicionais em áreas rurais da região amazônica ou do Pantanal, onde o abastecimento de água se dá pelo esforço próprio dos moradores; VII - construção e manutenção de cercas de divisa de propriedades; VIII - pesquisa científica, desde que não interfira com as condições ecológicas da área, nem enseje qualquer tipo de exploração econômica direta, respeitados outros requisitos previstos na legislação aplicável; IX - coleta de produtos não madeireiros para fins de subsistência e produção de mudas, como sementes, castanhas e frutos, desde que eventual e respeitada a legislação específica a respeito do acesso a recursos genéticos; X - plantio de espécies nativas produtoras de frutos, sementes, castanhas e outros produtos vegetais em áreas alteradas, plantados junto ou de modo misto; XI - outras ações ou atividades similares, reconhecidas como eventual e de baixo impacto ambiental pelo conselho estadual de meio ambiente. (BRASIL, 2008, p.100).

Em todos os casos, incluindo os reconhecidos pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente, a intervenção ou supressão eventual e de baixo impacto ambiental de vegetação em APP não poderá comprometer as funções ambientais destes espaços, de acordo com o § 1º do mesmo artigo citado anteriormente, especialmente:

I) a estabilidade das encostas e margens dos corpos de água; II) os corredores de fauna; III) a drenagem e os cursos de água intermitentes; IV) a manutenção da biota; V) a regeneração e a manutenção da vegetação nativa;

e VI a qualidade das águas (BRASIL, op.cit., p.100).

A Resolução CONAMA Nº 001, de 23/01/1986 (BRASIL, 2008, p.740), publicado no D.O.U, de 17 /02/86 - O Conselho Nacional do Meio Ambiente no uso das atribuições que lhe confere o artigo 48 do Decreto Nº 88.351, de 1º de junho de 1983, para efetivo exercício das responsabilidades que lhe são atribuídas pelo artigo 18 do mesmo decreto, e:

Considerando a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, resolve:

Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais.

A Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997,p.1), que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei Nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei Nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Em seu Artigo 1º, apresenta seus fundamentos básicos:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Esta Lei tem como objetivos, vistos no segundo artigo:

- I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais (BRASIL, op.cit., p.1).

Os objetivos do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em seu

artigo 32, são:

- I - coordenar a gestão integrada das águas;
- II - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;
- III - implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- IV - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;
- V - promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos (BRASIL, op.cit., p.6).

A Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2008), alterada pelas Resoluções 410/2009 e 430/2011, em seu Capítulo II - Classificação dos Corpos de Água – Artigo 3º, as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade, sendo as cinco primeiras relacionadas com as águas doces.

A Lei de Crimes Ambientais Nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 (BRASIL, 1998), dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. O Capítulo V - Dos Crimes contra o Meio Ambiente - Seção II, dos Crimes contra a Flora, apresenta o artigo 38:

Destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção, tem a pena de detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente. Parágrafo único. Se o crime for culposo, a pena será reduzida à metade. No artigo 39, cortar árvores em floresta considerada de preservação permanente, sem permissão da autoridade competente. Pena - detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.

A Resolução do CONAMA Nº 303/2002 (BRASIL, 2008), estabelece parâmetros, definições e limites referentes às APPs. De acordo com sua definição e denominação, a Área de Preservação Permanente é, basicamente, caracterizada por sua intocabilidade e pela impossibilidade de sua exploração econômica, ressalvo alguns casos. Porém, em nome do desenvolvimento econômico e social, algumas dessas áreas precisam ser exploradas, como no caso da mineração na margem dos cursos d'água. Para que esse uso seja sustentável, ou seja, permita o retorno ao equilíbrio anterior ou situação parecida, o desmatamento total ou parcial de florestas, ou outras formas de vegetação localizadas em APP, só poderá ser feita com prévia autorização do Poder Público.

O CONAMA aprovou em março de 2006, a Resolução Nº 369 (BRASIL, 2008), que dispõe sobre casos excepcionais em que a supressão da vegetação nas APPs é permitida, considerando que as Áreas de Preservação Permanente (APP) localizadas em cada posse ou

propriedade, são bens de interesse nacional e espaços territoriais especialmente protegidos, cobertos ou não por vegetação, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Segundo a Lei Nº 12.651 de 25 de maio de 2012, Código Florestal, (BRASIL, 2012, p.2) art. 3º, Área de Preservação Permanente (APP) é definida como:

A área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

O Capítulo II, artigo 4º do Código Florestal, considera como Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros (BRASIL, op.cit., p.5).

Na Seção II, do Regime de Proteção das Áreas de Preservação Permanente, em seu Artigo 7º, dispõe que:

A vegetação situada em Área de Preservação Permanente deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado.

§ 1º Tendo ocorrido supressão de vegetação situada em Área de Preservação Permanente, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos nesta Lei.

§ 5º Nos casos de áreas rurais consolidadas em Áreas de Preservação Permanente no entorno de nascentes e olhos d'água perenes, será admitida a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural, sendo obrigatória a recomposição do raio mínimo de 15 (quinze) metros. (BRASIL, op.cit., p.7).

Dentre as muitas modificações do novo Código Florestal aprovado em 2012, segundo o WWF (2013), destaca-se a seguinte alteração:

Anistia aos crimes ambientais, com o fim da obrigação de se recuperar áreas desmatadas ilegalmente até 22/07/2008, incluindo topos de morros, margens de rios, restingas, manguezais, nascentes, montanhas e terrenos íngremes (WWF, 2013, p 12).

5.3 Bacia Hidrográfica

A Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Nº. 9.433 de 8 de janeiro de 1997

(BRASIL, 1997), tem como um de seus fundamentos, que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. No artigo oitavo, diz que os Planos de Recursos Hídricos serão elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País.

Segundo Silva et al. (2007) em termos de unidade de estudo e operação, pode-se dizer que a microbacia hidrográfica é a unidade espacial de planejamento mais apropriada, sendo a maneira mais eficiente de gerar tecnologia regionalizada, difundir as práticas de manejo de solo e de culturas, conservar os recursos naturais de forma otimizada e contribuir para o desenvolvimento municipal e regional. Integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas, uma vez que mudanças nestas podem gerar alterações, efeitos e/ou impactos a jusante (CUNHA e GUERRA, 2010).

Lima & Zakia (2009) ao analisarem a hidrografia de matas ciliares, definem hidrografia florestal, bacia hidrográfica e microbacia como:

Hidrografia florestal é a área do conhecimento humano que se preocupa com o manejo ambiental da microbacia hidrográfica. Isto implica numa visão integrada e também multidisciplinaridade. A bacia hidrográfica é um sistema geomorfológico aberto, que recebe matéria e energia através de agentes climáticos e perde através do deflúvio, descrita através de variáveis interdependentes que oscilam em torno de um padrão, encontrando-se ela em equilíbrio dinâmico. Microbacia é aquela cuja área é tão pequena que a sensibilidade a chuvas de alta intensidade e as diferenças de usos de solo não sejam suprimidas pelas características da rede de drenagem. As matas ciliares ocupam as áreas mais dinâmicas da paisagem tanto em termos hidrológicos como ecológicos e geomorfológicos. (LIMA, W. de P.; ZAKIA, M. J. B., 2009, p. 33).

Para Macauley e Hufschmidt (1995, citado por Capeche et al., 2008, p.128) “a utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, possibilita considerar a junção de todos os fatores (econômicos, políticos, sociais e culturais) relacionados à área da bacia.” O primeiro fator que deve ser levado em consideração em um planejamento é a realização de uma completa caracterização da bacia a ser estudada.

5.4 Formação Florestal Ribeirinha: Mata de Galeria x Mata Ciliar

Para Rodrigues (2009), as florestas ocorrentes ao longo de cursos d'água e no entorno das nascentes tem características vegetacionais definidas por uma interação complexa de fatores dependentes das condições ambientais ciliares, refletindo as características geológicas, geomorfológicas, climáticas, hidrológicas e hidrográficas.

A vegetação é determinante na caracterização fisionômica de uma paisagem natural, incluindo os fatores como o clima, solo e relevo. Para Ribeiro & Walter (2001), além desses fatores, a paisagem também é fruto de variações constantes nos tipos e formas de vegetação, além de variações na composição das espécies (florística). A grande influência do rio e do solo nos ambientes ribeirinhos é determinante no estabelecimento das espécies nesses locais, proporcionando à floresta uma composição e uma estrutura próprias (RODRIGUES & NAVE, 2009).

Pertencentes aos grupos fitofisionômicos das formações florestais, Mata Ciliar e Mata de Galeria estão associadas aos cursos de águas localizados em solos mais úmidos, que podem ser tanto bem drenados quanto mal drenados. Essas características tornam as Matas Ciliares e de Galeria muito parecidas, mas há algumas peculiaridades que as tornam distintas. “A Mata Ciliar é definida como a vegetação florestal que margeia os rios de médio e grande porte” (RIBEIRO & WALTER, 2001, p.36), com largura proporcional ao leito do rio, ocorrendo, geralmente, em terrenos acidentados. Apresenta caducifolia na estação seca, assemelhando-se floristicamente à Mata Seca, mas distinguindo-se dessa por possuir uma estrutura mais densa e mais alta, por conta de sua associação aos cursos de água. O dossel dessas árvores proporciona uma cobertura vegetal que varia de 50 % a 90%, não ocorrendo superposição das copas das margens opostas. É comum a predominância de vegetação arbustivo-herbácea.

Segundo Ab’Saber (2009), trata-se de vegetação florestal às margens de cursos d’água, independentemente de sua área ou região de ocorrência e de sua composição florística. O que tange as florestas galerias típicas, sua ocorrência está associada explicitamente aos domínios e subespaços caracterizados por formações abertas do tipo dos cerrados e campos, diferindo fundamentalmente entre si pela sua composição taxonômica, conforme o domínio, a região e até a altitude em que são encontradas.

Correia et al. (2001) descrevem Mata de Galeria como uma formação florestal que ocorre ao longo dos cursos d’água na região do Cerrado, possuindo fisionomias vegetacionais distintas da vegetação adjacente, contínua ao decorrer de todo o curso. Porém, ao longo das margens é possível encontrar variações na forma da Mata de Galeria, em função das características geomorfológicas e do material de origem do solo. Ela é responsável pela quantidade e qualidade da água, isso porque, segundo Lima (1989, citado por Reatto et al. 2001) funciona como um filtro de matéria orgânica e poluentes entre o sistema terrestre e o aquático, regulando os fluxos de água superficial e subsuperficial, definindo habitats de alta complexidade.

A classificação das formações florestais ribeirinhas proposta por Ribeiro & Walter (1998) citado por Rodrigues (2009), dividida em Mata Ciliar, Mata de Galeria, Palmeirais e Veredas, baseia-se em suas características fisionômicas, ambientais (edáficas) e florísticas.

Segundo Vieira (2008), as formações florestais ribeirinhas estão diretamente relacionadas ao controle da erosão, recarga dos aquíferos, filtros contra carreamento de produtos químicos nocivos, matéria orgânica e sedimentos, favorecimento da polinização, controle trófico-dinâmico das populações, refúgio de fauna, entre outras funções.

Para Lima & Zakia (2009), a cobertura vegetal é de grande importância ecológica, devendo estar permanentemente protegida. A vegetação nestas áreas tem as seguintes funções hidrológicas:

- ✓ Contribuir para o escoamento direto de uma chuva;
- ✓ Aumento da capacidade de armazenamento de água, contribuindo para o aumento da vazão na estação seca do ano;
- ✓ Desempenha uma ação de filtragem superficial de sedimentos, contribuindo para a qualidade da água.
- ✓ A filtragem de particulados e de nutrientes em solução confere significativa estabilidade em termos de processo de ciclagem geoquímica de nutrientes;
- ✓ Interação direta com o ecossistema aquático pela importância do papel desempenhado pelas raízes na estabilização das margens; na obstrução do fluxo d'água, influenciando no processo de deposição de partículas e sedimentos; na atenuação da radiação solar, favorecendo o equilíbrio térmico da água e influenciando positivamente na produção primária de ecossistema lótico.

Para Freitas Junior et al. (2009), as matas ciliares exercem função protetora sobre os recursos bióticos e abióticos. Servem de refúgio para a fauna, atuam como corredor biológico e estimulam o fluxo gênico entre as populações. Além de serem fundamentais para a manutenção da qualidade da água.

Ao absorverem a água proveniente do escoamento superficial das áreas adjacentes, contribuem para a redução dos processos erosivos e do consequente assoreamento do leito do curso d'água" (FREITAS JUNIOR et al., 2009, p.146).

Para Rodrigues & Shepherd (2009) o mosaico vegetacional encontrado nas matas ciliares resulta principalmente da heterogeneidade ambiental dessas áreas, definida pelas variações edáficas, topográficas, de encharcamento do solo, das formações vegetais do

entorno, das características hidrológicas da bacia e do curso d'água que cria condições ecológicas distintas a esses ambientes. As matas ciliares apresentam uma complexidade estrutural e uma grande biodiversidade, porém são particularmente frágeis em face dos impactos promovidos pelo homem, além de conviverem com a dinâmica erosiva e de sedimentação dos cursos d'água.

Para Barreto et al. (2010), a preservação de florestas, matas e ambientes está relacionada com a qualidade, quantidade e a vazão constante da água de uma nascente.

5.5 Nascentes

Calheiros (2004, p. 13) define nascente como o “afloramento do lençol freático que vai dar origem a uma fonte de água de acúmulo ou cursos de água”, que em condições ideais, “fornece água de boa qualidade, abundante e contínua, localizada próxima do local de uso e de quota topográfica elevada, possibilitando sua distribuição por gravidade, sem gasto de energia”.

Dentro das rochas, a água subterrânea é encontrada numa zona insaturada que contém água e ar e a zona saturada, que contém apenas água e se localiza logo a baixo da primeira (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2011). Tem por principais características o movimento lento em relação à superficial, o fluxo evidentemente laminar e o elevado tempo de residência, o que significa baixas taxas de recarga anual. Elas podem estar presentes em aquíferos confinados ou não, sendo que esses são constituídos por rochas com suficiente permeabilidade e porosidade interconectada para armazenar e transmitir quantidades significantes de água, sob gradientes hidráulicos naturais (CLEARY, 2007). A sua preservação e recuperação é de suma importância para o equilíbrio de demais recursos hídricos.

Segundo Calheiros (2004, p.15) as nascentes localizam-se em:

Encostas ou depressões do terreno ou ainda no nível de base representado pelo curso d'água local. Podem ser perenes (de fluxo contínuo), temporárias (de fluxo apenas na estação chuvosa) e efêmeras (surgem durante a chuva, permanecendo por apenas alguns dias ou horas).

Para o mesmo autor, as nascentes são divididas em dois tipos quanto à sua formação:

Nascente sem acúmulo d'água inicial, quando o afloramento ocorre em um terreno com declividade, surgindo em um único ponto em decorrência da inclinação da camada impermeável ser menor que a da encosta. Quando a superfície freática ou um aquífero artesianos interceptar a superfície do terreno e o escoamento for espraiado numa área, o afloramento tenderá a ser difuso formando um grande número de pequenas nascentes por

todo o terreno.

Pode originar o tipo com acúmulo inicial da água, comum quando a camada impermeável fica paralela a parte mais baixa do terreno, e estando próximo a superfície, acaba por formar um lago, (Calheiros, 2004, p. 16).

Deve-se estar ciente que “ a adequada conservação de uma nascente envolve diferentes áreas do conhecimento, tais como hidrologia, conservação do solo, reflorestamento, etc.”. “Assim, o manejo de bacias hidrográficas deve contemplar a preservação e melhoria da água quanto à quantidade e qualidade, (Calheiros, 2004, p. 13).

Para Felipe et al. (2009), ao estudarem nascentes localizadas no Parque Fazenda Lagoa do Nado, Belo Horizonte (MG), definem nascente como um “sistema ambiental natural marcado por uma feição geomorfológica ou estrutura geológica em que ocorre a exfiltração da água subterrânea de forma perene ou intermitente, formando canais de drenagem a jusante, que a inserem na rede de drenagem da bacia”.

Segundo a Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), o Código Florestal, em seu artigo terceiro, para os efeitos desta Lei, define-se nascente como “afioramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água”; enquanto olho d’água é definido como o “afioramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente”.

5.6 Análise e Avaliação Ambiental das Nascentes

Considerando a necessidade de se estabelecerem as definições e as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, foi aprovado pelo CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), a Resolução CONAMA Nº 001, em 23 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986).

Em seu artigo 6º, prevê que o estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas para o diagnóstico e análise ambiental:

I – Para o diagnóstico ambiental da área de influência de um dado projeto, é necessária a completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

- a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d’água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;
- b) o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;

c) o meio sócioeconômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócioeconomia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

II – A análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

III - Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas.

IV - Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (os impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados). (BRASIL, 1986, p.3).

Existem na literatura técnica especializada (Leopold, et al., 1971; Pimentel & Pires, 1995; Moreira, 1995; Diodato, 2004; Fogliatti et al., 2004; Rohde, 2008; Bastos & Almeida, 2010; Sánchez, 2008), diversos métodos de avaliação de impactos ambientais, destacando-se: método espontâneo (*Ad-hoc*), redes de interação (*networks*), modelos de simulação, superposição de cartas, Listagens de controles (*check list*), matrizes de interação, dentre outros, sendo que a combinação de mais de um método pode resultar numa avaliação ambiental mais acurada. Neste estudo foram utilizadas as duas últimas, adaptadas. A metodologia de Listagem de Impactos Ambientais (*check list*) consiste na identificação e enumeração dos fatores ambientais e seus impactos mais relevantes a partir de um diagnóstico ambiental, enquanto as Matrizes de Interações complementam a *check list*, consistindo de listagens de controle bidimensionais: atividades (ações) de um projeto *versus* os fatores (componentes) ambientais que podem ser afetados por aquelas atividades, permitindo identificar as relações de causa e efeito (o impacto ambiental) pelo cruzamento destas informações. Destaca a atividade (ou um conjunto dessas) que provoca um maior número de impactos ambientais, sendo a matriz mais conhecida, e utilizada, a proposta de Leopold et al. (1971) que levou em consideração 100 ações causadoras de impactos e 88 componentes ambientais, resultando em 8.800 impactos. Sua análise permite a definição de magnitude (grau, extensão ou escala) e a importância (significação) de cada impacto ambiental.

Com relação a estudos de avaliação ambiental em bacias hidrográficas e nascentes, algumas experiências realizadas no Brasil – vistas a seguir – mostram uma preocupação em desenvolver uma metodologia que possa ser aplicada através de parâmetros macroscópicos.

Callisto et al. (2002) através do protocolo de avaliação rápida de diversidade de

habitats, aplicado em alguns córregos e rios no Parque Nacional da Serra do Cipó (MG) e no Parque Nacional da Bocaina (RJ), avaliaram as características de trechos da bacia, níveis de impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas, as condições de habitat e nível de conservação das condições naturais. Concluem que se constitui numa ferramenta de avaliação rápida da diversidade de habitats, podendo ser útil nas atividades de pesquisa e ensino, na formação de profissionais nas áreas de Ecologia e Ciências Ambientais.

Gomes et al. (2005) avaliaram os impactos em 16 nascentes encontradas no sítio urbano da cidade de Uberlândia (MG), utilizando parâmetros macroscópicos como: coloração, odor, lixo, materiais flutuantes, espumas e óleos, esgoto, vegetação, uso por animais, uso antrópico, proteção, identificação, residências e tipo de área de inserção (Tabela 24), os quais são somados, indicando a Classe e o Grau de Preservação, definindo o Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (Tabela 25).

Tabela 24 – Quantificação da Análise dos Parâmetros Macroscópicos

Cor da água	(1) escura	(2) clara	(3) transparente
Odor	(1) forte	(2) fraco	(3) ausente
Lixo ao redor	(1) muito	(2) pouco	(3) ausente
Materiais flutuantes	(1) muito	(2) pouco	(3) ausente
Espumas	(1) muito	(2) pouco	(3) ausente
Óleos	(1) muito	(2) pouco	(3) ausente
Esgotos	(1) Esgoto doméstico	(2) Fluxo superficial	(3) ausente
Vegetação (preservação)	(1) Alta degradação	(2) Baixa degradação	(3) preservada
Uso por animais	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detectado
Uso por humanos	(1) presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detectado
Proteção do local	(1) Sem proteção	(2) Com proteção (com acesso)	(3) Com proteção (sem acesso)
Proximidade com residências	(1) Menos de 50 m	(2) Entre 50 e 100 m	(3) Mais de 100 m
Equipamentos de infra estrutura	(1) Menos de 50 m	(2) Entre 50 e 100 m	(3) Mais de 100 m
Tipo da área de inserção	(1) ausente	(2) Propriedade privada	(3) Parques ou áreas protegidas

Fonte: Gomes et al. (2005)

Tabela 25 – Classificação das Nascentes Quanto ao Grau de Preservação

CLASSE	GRAU DE PRESERVAÇÃO	PONTUAÇÃO FINAL
A	ÓTIMA	DE 37 A 39 PONTOS
B	BOA	DE 34 A 36 PONTOS
C	RAZOÁVEL	DE 31 A 33 PONTOS
D	RUIM	DE 28 A 30 PONTOS
E	PÉSSIMO	ABAIXO DE 28 PONTOS

Fonte: Gomes et al. (2005)

Xavier & Teixeira (2007) avaliaram o estado de preservação de 464 nascentes perenes

no alto da bacia hidrográfica do Rio São João, em Itaúna (MG), visando embasar futuros programas de recuperação ambiental. Modificaram a metodologia proposta por Callisto et al. (2002), adequando-a para as condições de nascentes, agrupando essas em:

- a) **naturais**, quando apresentavam pelo menos 50m de vegetação natural em torno do olho d'água em nascentes pontuais ou a partir do olho d'água principal em nascentes difusas; vegetação ripária natural, num trecho de 300m a partir do olho d'água em ambas as margens, com influência antrópica mínima ou ausente;
- b) **alteradas**, quando não apresentavam 50m de vegetação natural em seu entorno e vegetação ripária natural no trecho de 300m, mas apresentavam bom estado de conservação, apesar de estarem ocupadas por pastagem/agricultura ou pequenas influências antrópicas;
- c) **impactadas**, quando se encontravam com alto grau de perturbação no entorno de 50m do olho d'água e vegetação ripária no trecho de 300m, solo compactado, presença intensa de gado, com erosões e voçorocas; influência intensa de atividade antrópica (Xavier & Teixeira, 2007, p. 1-2).

Estes autores concluem que as nascentes da bacia hidrográfica do rio São João vêm sofrendo um processo de degradação acentuado, com contaminação da água por coliformes e altos níveis de turbidez, cor e ferro.

Felipe et al. (2009) abordaram a espacialização e caracterização de 79 nascentes distribuídas em três unidades de conservação situadas na mancha urbana da cidade de Belo Horizonte (MG). Para tanto, adaptaram o Índice de Impacto Ambiental Macroscópico para nascentes (Tabela 26), apresentado por Gomes et al. (2005), abordando a diversidade das nascentes em função de suas principais características (morfologia, tipo de exfiltração, vazão e condições ambientais).

Tabela 26– Metodologia do Índice de Impacto Ambiental Macroscópico para Nascentes.

PARÂMETROS MACROSCÓPICOS	QUALIFICAÇÃO		
	Ruim (1)	Médio (2)	Bom (3)
Cor da água	Escura	Clara	Transparente
Odor	Forte	Com odor	Não há
Lixo ao redor	Muito	Pouco	Não há
Materiais flutuantes	Muito	Pouco	Não há
Espumas	Muito	Pouco	Não há
Óleos	Muito	Pouco	Não há
Esgoto	Visível	Provável	Não há
Vegetação	Degradada ou ausente	Alterada	Bom estado
Usos	Constante	Esporádico	Não há
Acesso	Fácil	Difícil	Não há
Equipamentos urbanos	Menos de 50 m	Entre 50 e 100 m	Mais de 100 m

Fonte: Felipe et al. (2009); Adaptado de Gomes et al. (2005).

Pesciotti et al. (2010) pesquisaram 24 nascentes localizadas em diferentes ambientes

geológicos e geomorfológicos, encontradas em três parques ambientais urbanos de Belo Horizonte (MG), concluindo que o grau de preservação das nascentes está relacionado ao uso do solo e ocupação urbana no entorno bem como às características ambientais da própria nascente.

Miranda et al. (2011) estudaram a qualidade ambiental de 142 nascentes em diferentes contextos de ocupação (zona urbana, zona rural) localizadas em Belo Horizonte, Lagoa Santa e Serra do Cipó (MG), tendo como referência metodológica Gomes et al., (2005) adaptado. Basearam-se nos parâmetros macroscópicos de cor da água, odor da água, lixo ao redor da nascente, materiais flutuantes (resíduos), espumas, óleos, esgotos, vegetação, usos da nascente, acessibilidade e equipamentos de infraestrutura, o que permitiu a identificação do grau de proteção e a avaliação dos impactos ambientais.

Malaquias & Cândido (2013) analisaram os impactos ambientais em 54 nascentes do município de Betim (MG), fazendo poucas modificações na metodologia aplicada por Gomes et al. (2005), procuram identificar as principais fontes causadoras de impactos, analisar o grau de interferência, quantificar os parâmetros macroscópicos observados e classificar as nascentes quanto ao grau de preservação (Tabela 27).

Tabela 27 – Quantificação dos Parâmetros Observados

PARÂMETRO	Valor Atribuído (pontos)		
	(1)	(2)	(3)
Aspecto físico	Leitosa	Turva	Cristalina
Odor da água	Forte	Fraco	Sem cheiro
Apresentação (afloramento)	Assoreada	Pontual	Difusa
Apresentação (fluxo)	Não observada	Intermitente	Perene
Área de inserção	Pública	Propriedade particular	Área protegida
Vegetação (conservação)	Baixa	Pouco	Ausente
Lixo ao redor	Muito	Pouco	Ausente
Uso por animais	Presente	Apenas marcas	Não observado
Uso por humanos	Intenso	Moderado	Sem uso
Esgoto	Doméstico / fossa	Fluxo superficial	Sem esgoto

Fonte: Malaquias & Cândido (2013); Adaptado de Gomes et. al. (2005).

Conti et al. (2014) identificaram e analisaram o processo da dinâmica de supressão de nascentes em microbacias urbanas de São Carlos-SP, assim como investigaram instrumentos para avaliação das condições ambientais de nascentes e diretrizes para a sua conservação. A partir da análise de metodologias selecionadas foram separados os parâmetros de interesse, visando à elaboração de um protocolo de avaliação rápida e fácil. Os parâmetros escolhidos foram todos físicos, como vegetação ciliar, erosão, depósitos sedimentares, ocupação (urbana/

rural), resíduos sólidos, lançamento de efluentes e interferências antrópicas diretamente na nascente, podendo ser avaliados apenas por meio da observação do aplicador.

5.7 Parâmetros de Qualidade da Água para Consumo Humano

A Resolução CONAMA Nº 357, de 17/03/2005 (BRASIL, 2008), alterada pelas Resoluções 410/2009 e 430/2011, em seu Art.3º, normatiza a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes. O Artigo 4º apresenta cinco classes para as águas doces:

Dispondo sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, a Portaria Nº 2.914, de 12/12/2011 (BRASIL, 2011) do Ministério da Saúde é aplicável às águas destinadas ao consumo humano proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água, que devem ser objeto de controle e vigilância quanto a sua qualidade. Em seu artigo 5º, adota dentre outras, as seguintes definições:

- I - água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;
- II - água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde;
- III - padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido nesta Portaria;
- IV - padrão organoléptico: conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde;
- V - água tratada: água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade;
- VII - solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição;
- VIII - solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares;
- IX - rede de distribuição: parte do sistema de abastecimento formada por tubulações e seus acessórios, destinados a distribuir água potável, até as ligações prediais;
- XV - controle da qualidade da água para consumo humano: conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição. (BRASIL, 2011, p.1).

Essa mesma Portaria aborda as competências e responsabilidades da União, Estados, Municípios e do Responsável pelo Sistema ou Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento de Água para Consumo Humano; habilita e normatiza os Laboratórios de Controle e Vigilância; regula e faz exigências aplicáveis aos sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano; define o padrão de potabilidade para o consumo humano em conformidade com padrão microbiológico disposto em seu Anexo I, sendo sumarizados na tabela 28, incluindo aqueles parâmetros contidos na Classificação Ambiental Macroscópica das Nascentes.

Tabela 28 – Parâmetros de qualidade da água para consumo humano.

PARÂMETRO	REFERÊNCIA		
	BRASIL (2005) Classe I	BRASIL (2005) Classe II	BRASIL (2011)
Coliformes Termotolerantes	200 coliformes/100 ml	1.000 coliformes/100 ml	Ausência em 100 mL
Coliformes Totais	-	-	Ausência em 100 mL
Nitrato	10 mg/L	10 mg/L	10 mg/L ⁽¹⁾
Nitrito	1 mg/L	1 mg/L	1 mg/L ⁽¹⁾
Cloretos	250 mg/L	250 mg/L	250 mg/L ⁽¹⁾
Turbidez	Até 40 UNT	Até 100 UNT	5 uT ⁽²⁾
Dureza Total	-	-	500 mg/L ⁽¹⁾
Ferro	0,3 mg/L	0,3 mg/L	0,3 mg/L ⁽¹⁾
pH	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,5
Condutividade Elétrica	-	-	-
Alcalinidade	-	-	-
Fósforo	0,020 mg/L	0,020 mg/L	-
Oxigênio Dissolvido	Não inferior a 6 mg/L	Não inferior 5 mg/L	-
Cor da água	Natural em mg Pt/L ⁽³⁾	Até 75 mg Pt/L ⁽³⁾	15 uH ⁽⁴⁾
Odor	Virtualmente Ausente	Virtualmente Ausente	Intensidade 6
Resíduos Sólidos ao Redor da Nascente	Virtualmente Ausente	Virtualmente Ausente	-
Resíduos Sólidos Dentro da Nascente	Virtualmente Ausente	Virtualmente Ausente	-
Materiais Flutuantes	Virtualmente Ausente	Virtualmente Ausente	-
Óleos e Graxas	Virtualmente Ausente	Virtualmente Ausente	-

Fonte: Brasil (2005); Brasil (2011).

Notas: (1) Valor Máximo Permitido; (2) Unidade de Turbidez; (3) Miligramas de Platina por Litro; (4) Unidade Hazen.

Silva et al. (2013) estudaram as nascentes remanescentes do Riacho do Grunga, em

Senhor do Bonfim (BA), analisando solo, água, flora e os impactos ambientais como desmatamento e construção de reservatórios artificiais inadequados, tornando a água imprópria para o consumo humano. Propõem expor os problemas ambientais a comunidade e ao poder público para buscar alternativas de recuperação das áreas degradadas.

5.8 Recuperação de áreas degradadas

A recuperação de áreas degradadas é um dos princípios que norteiam a Política Nacional do Meio Ambiente (Art. 2º, inciso VII), que tem por objetivo:

A preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. (BRASIL, 1981, p.1).

Rocha et al. (2007) estudaram uma das áreas de mata ciliar das nascentes do Ribeirão do Meio, município de Socorro (SP), que encontrava-se completamente degradada e coberta por gramíneas (pasto). Segundo Rodrigues, Gandolfi & Nave (2006), citado por Rocha et al. (2007, p.1):

A recuperação de uma área ciliar é de grande importância para a redução dos processos de erosão e assoreamento dos corpos hídricos, redução da perda de solo e recomposição da rede de corredores ecológicos interligando os fragmentos florestais remanescentes da região, permitindo que animais possam transitar entre fragmentos através das áreas de proteção permanentes dos cursos d'água.

As formações vegetais que margeiam os rios não possuem apenas a função de arborização. Segundo Vieira (2008), elas estão diretamente relacionadas ao controle da erosão, recarga dos aquíferos, filtros contra carreamento de produtos químicos nocivos, matéria orgânica e sedimentos, favorecimento da polinização, controle trófico-dinâmico das populações, refúgio de fauna, entre outras funções.

Kageyama e Gandara (2009) relacionam questões a ser abordadas nos projetos de recuperação de APPs degradadas, como diversidade de espécies, regeneração natural nas plantações, interação entre animais x plantas e a representatividade nas suas populações, nas quais a implantação e conservação das matas ciliares ainda existentes passa por um processo de valoração desse ecossistema.

Joly et al. (2009) relataram que apesar da proteção legal, as matas ciliares praticamente desapareceram das margens da maioria dos rios do interior do estado de São Paulo, levando-os a iniciar um projeto de pesquisa com o objetivo de desenvolver e aperfeiçoar um modelo para a recuperação de áreas de mata ciliar, com base na composição

florística de remanescentes da cobertura vegetal nativa, culminando com a criação do “Consórcio Intermunicipal para a preservação da Bacia do rio Jacaré-Pepira”. Tal fato é considerado um marco para a política de manejo de Bacias no Brasil, tendo sua experiência de sucesso sido duplicada com a criação de inúmeros outros consórcios nos estados de São Paulo, Goiás, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul.

Para Lima & Zakia (2009), os cuidados que se deve tomar para recuperar e manter a boa condição da nascente são: isolamento da área de captação e distribuição adequada dos diferentes usos do solo; zoneamento no uso do solo; eliminação das instalações rurais das proximidades da nascente; redistribuição das estradas e conservação de toda a bacia de contribuição.

Felippe et al. (2009), estudando nascentes encontradas em Unidades de Conservação, em Belo Horizonte (MG), verificaram elementos do quadro físico e do grau de proteção das nascentes através de uma adaptação do Índice de Impacto Ambiental Macroscópico. Concluem que na avaliação da qualidade ambiental das nascentes foi verificada uma situação que não condiz com o proposto para unidades de conservação, apresentando um baixo grau de proteção, refletindo impactos promovidos em sua bacia de contribuição. Contudo, identificar os problemas ambientais existentes e reconhecer as características que as nascentes possuem, são passos importantes na busca pela compreensão desses elementos essenciais na dinâmica hidrológica.

Zanzarini & Rosolen (2009), aplicaram com êxito, uma metodologia para recuperação de matas ciliares e nascentes degradadas pelo pisoteio do gado em deslocamento para dessedentação, baseada no isolamento da área a ser recuperada através do cercamento, seguido pelos trabalhos de recuperação do solo e flora do cerrado (especialmente o plantio de mudas nativas) associado à educação ambiental.

Segundo Zuquette et al. (2013), o processo de recuperação de uma área degradada visa atingir as seguintes metas:

- ✓ Cessar o aumento/crescimento da degradação;
- ✓ Estabilizar as condições atuais;
- ✓ Recuperar as condições para um nível de controle do ambiente, respeitando os critérios de resiliência;
- ✓ Restaurar a área e restabelecer todas as condições e interações existentes antes da degradação. (ZUQUETTE et al., 2013, p. 590).

Para estes mesmos autores, para que esses objetivos sejam atingidos, as atividades desenvolvidas deverão ter por finalidade:

- ✓ Remover riscos;

- ✓ Estabilizar uma área ou local ou remover impactos ambientais;
- ✓ Manter ou aumentar a biodiversidade;
- ✓ Remover as condições limitantes de tal maneira a beneficiar a continuidade de uso;
- ✓ Melhorar as condições visuais. (ZUQUETTE et al., 2013, p. 590 a 591)

Deste modo, o restabelecimento do equilíbrio dos processos físicos e/ou químicos e/ou biológicos reflete a recuperação da área degradada.

6. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

6.1 Localização e Acesso

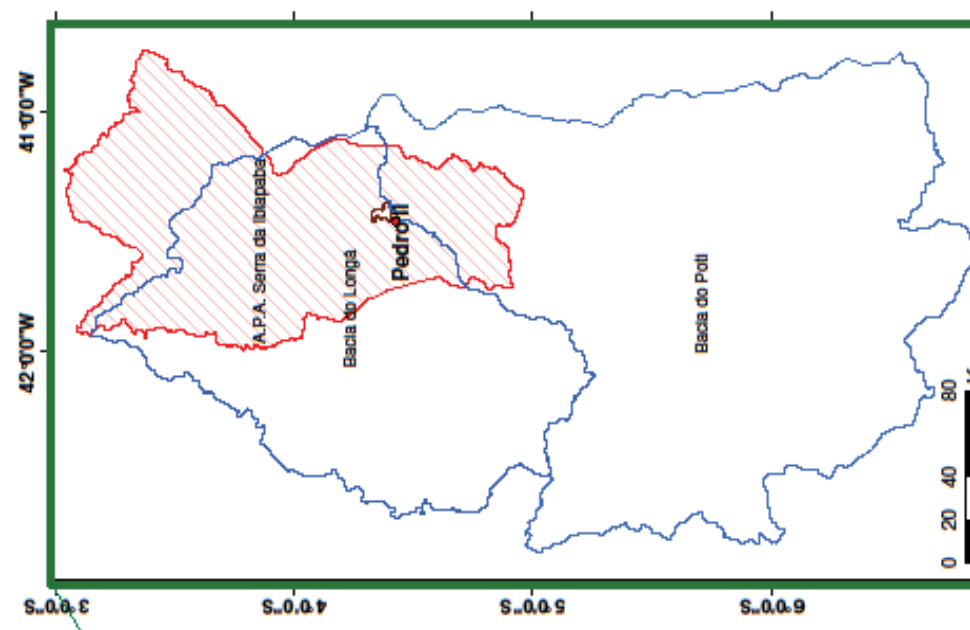
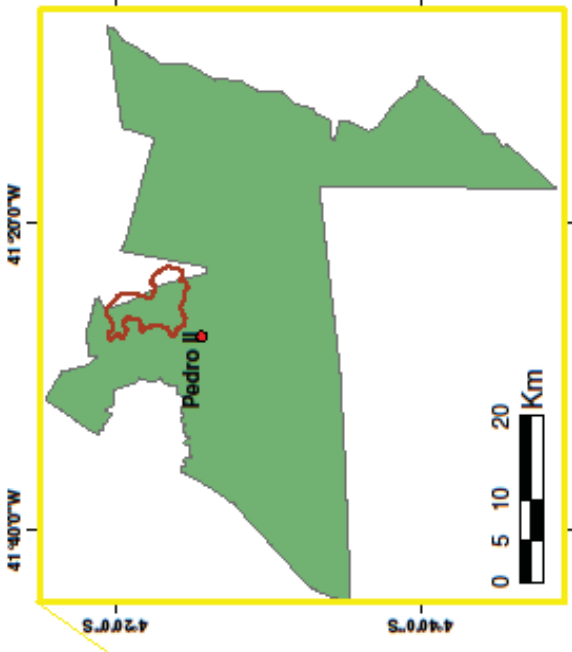
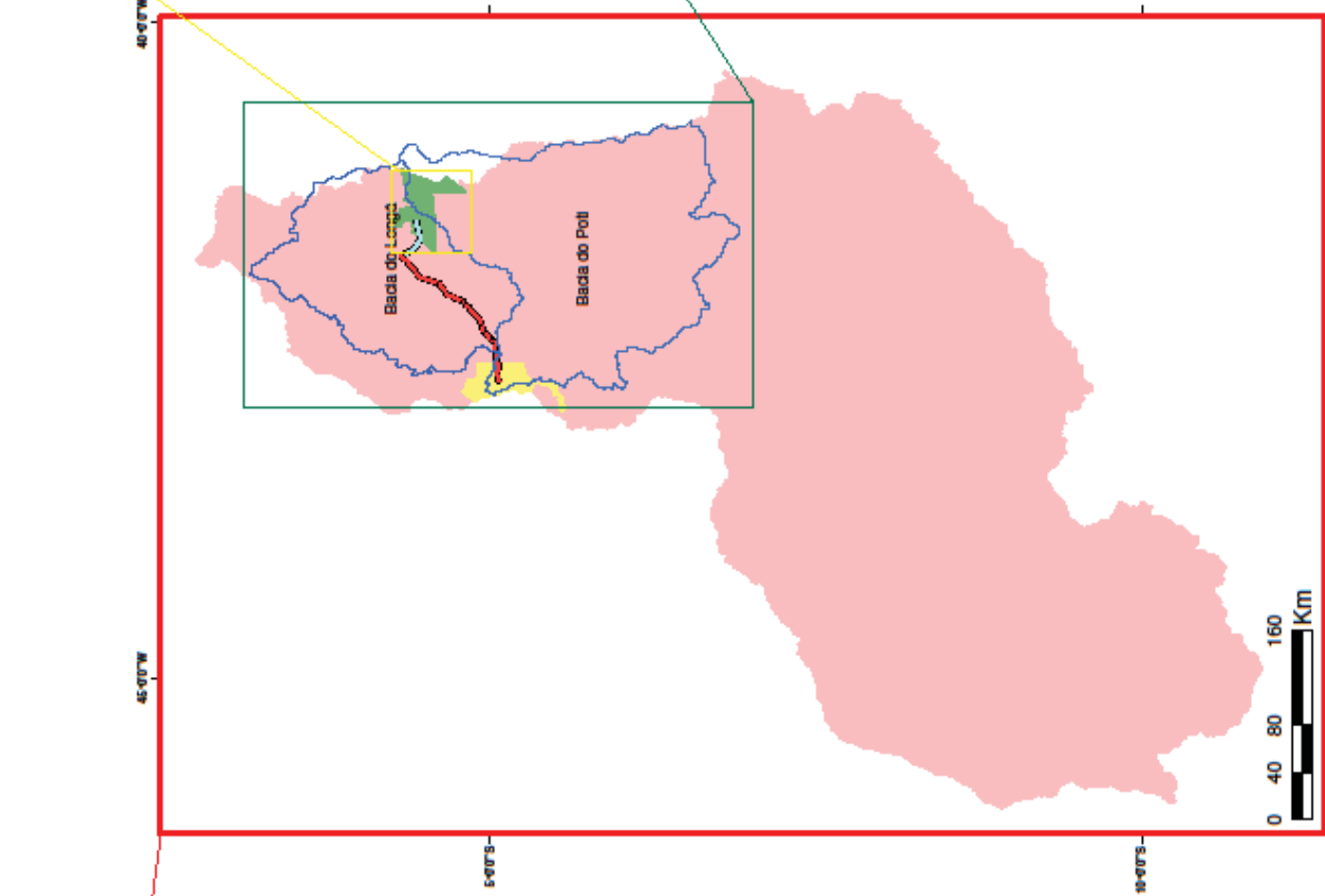
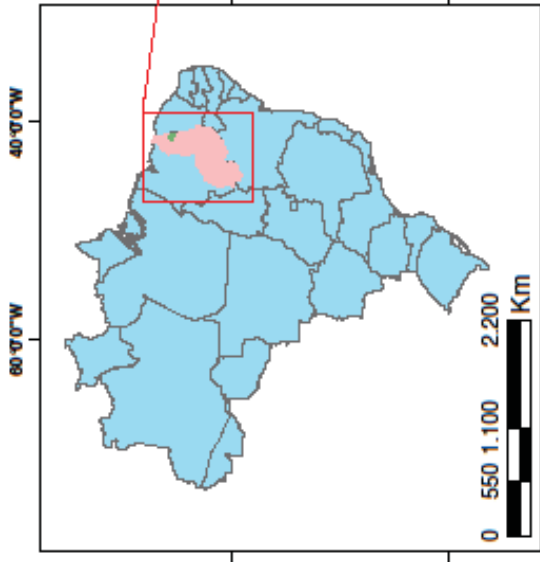
A cidade de Pedro II é georreferenciada pelo polígono delimitado pelas coordenadas geográficas 04°24'40" de latitude Sul e 41°27'10" de longitude Oeste com 04°26'40" de latitude Sul e 41°27'41" de longitude Oeste. Apresenta os seguintes municípios em seus limites geográficos: ao norte, Domingos Mourão; a oeste, Piripiri e Lagoa de São Francisco; ao sul, Milton Brandão e; a leste, o estado do Ceará. Integra a mesorregião do Norte Piauiense, microrregião de Campo Maior e o Território de Desenvolvimento dos Cocais (BRASIL, 2006). Para chegar até a área, tem-se um percurso de 195 km a partir de Teresina pela rodovia BR-343 até o posto da Polícia Rodoviária Federal, nas imediações da cidade de Piripiri. Neste ponto, dobrar a direita, na rodovia BR-404 até a cidade de Pedro II, de onde se tem acesso à área através de diversas estradas municipais com revestimento primário ou sem revestimento e trilhas (Figura 1).

A Serra dos Matões está inserida na unidade de conservação federal Área de Preservação Ambiental da Serra da Ibiapaba (APA da Ibiapaba), constituindo o divisor de águas das Bacias Hidrográficas dos rios Poti e Longá. Sua base geológica, sustentada principalmente pelos arenitos da Formação Cabeças, é a área de recarga do aquífero homônimo, definindo um relevo que impressiona pela sua beleza cênica (Figuras 01 e 02).

6.2 Aspectos Socioeconômicos

Segundo o Censo Demográfico realizado pelo IBGE (2010), a população do município de Pedro II é de 37.496 habitantes, sendo 22.671 residentes na zona urbana e 14.825 habitantes na zona rural. O abastecimento de água na sede municipal é feito pela empresa de Águas e Esgotos do Piauí – AGESPISA. Não há saneamento básico na cidade. No ano de 2000, apenas 35,8% da população era beneficiada pela distribuidora. O uso de poços e nascentes abastecia 15,3% da população. A concessionária de energia elétrica é a Telebrás Piauí. Da população local, 74,2% dispõem de energia elétrica domiciliar.

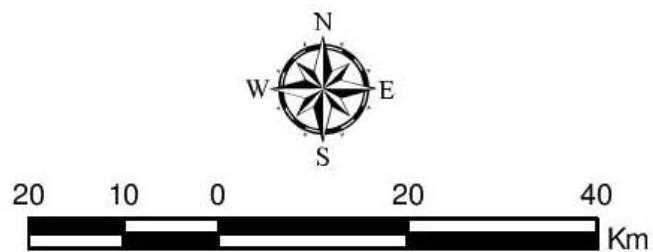
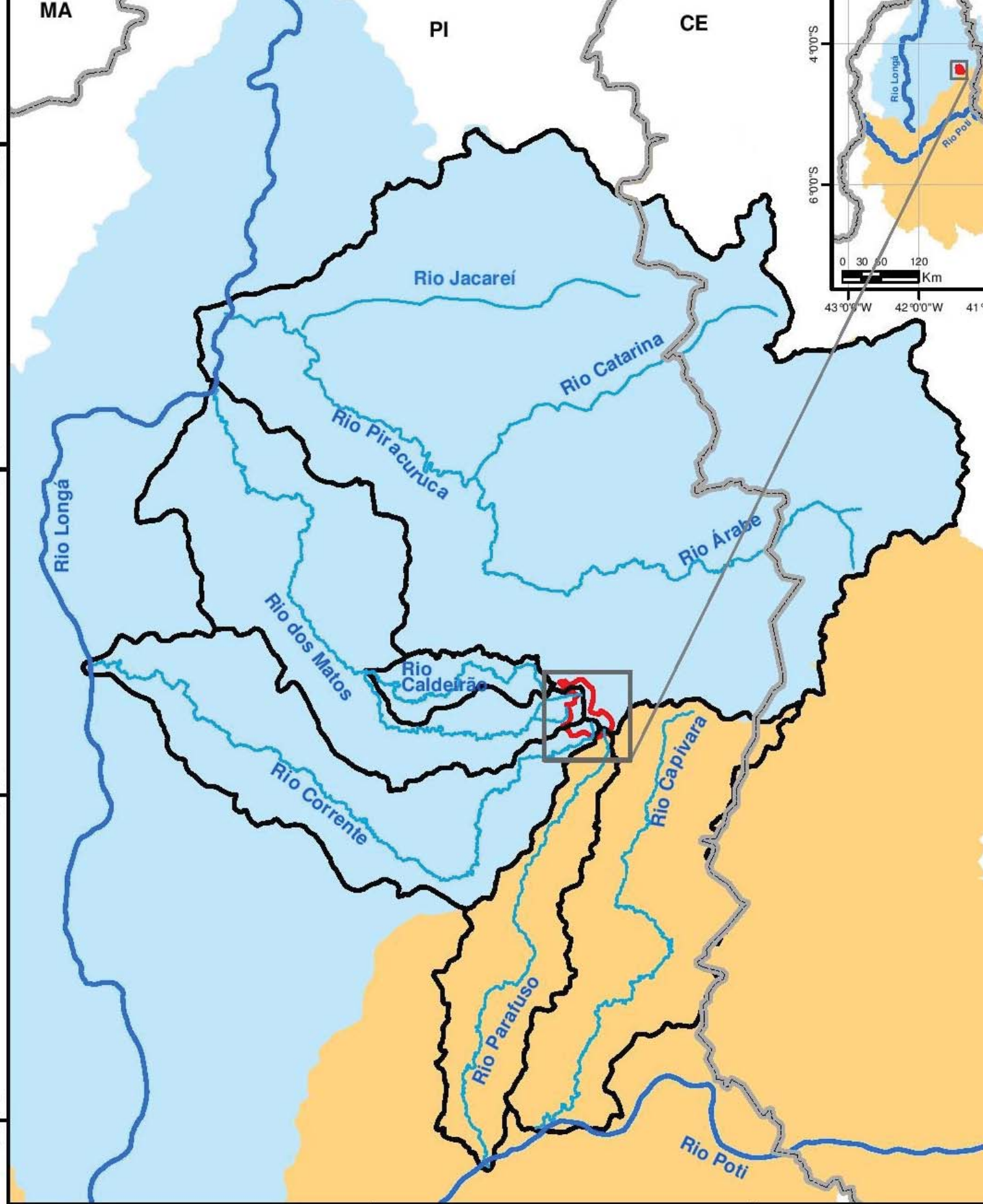
Dados do Censo Educacional (INEP, 2009), mostram que em Pedro II existem 106 escolas com o ensino fundamental, 47 creches ou pré-escola e 17 unidades com o ensino médio, que possuem um total de 12.176 alunos matriculados.



- LEGENDA**
- Sede Municipal
 - Serra dos Matões
 - Município de Pedro II
 - Município de Teresina
 - Bacia Hidrográfica
 - Unidade de Conservação
 - Estado do Piauí
 - Brasil
 - Acesso - Teresina/Pedro II
 - Rodovia
 - BR-343
 - BR-404



Sistema de Coordenadas Geográficas
 Sistema de Referência: SIRGAS 2000



O município de Pedro II conta com 17 estabelecimentos municipais de saúde, um estadual e dois privados. Apenas 47.5% do lixo domiciliar é coletado. Os outros 52.5% possuem outros tipos de destino não especificados.

O ecoturismo vem sendo explorado sem controle em toda a região, possuindo diversos roteiros de turismo rural, de aventura e mineral, além de atrativos culturais que compõem um calendário anual de eventos.

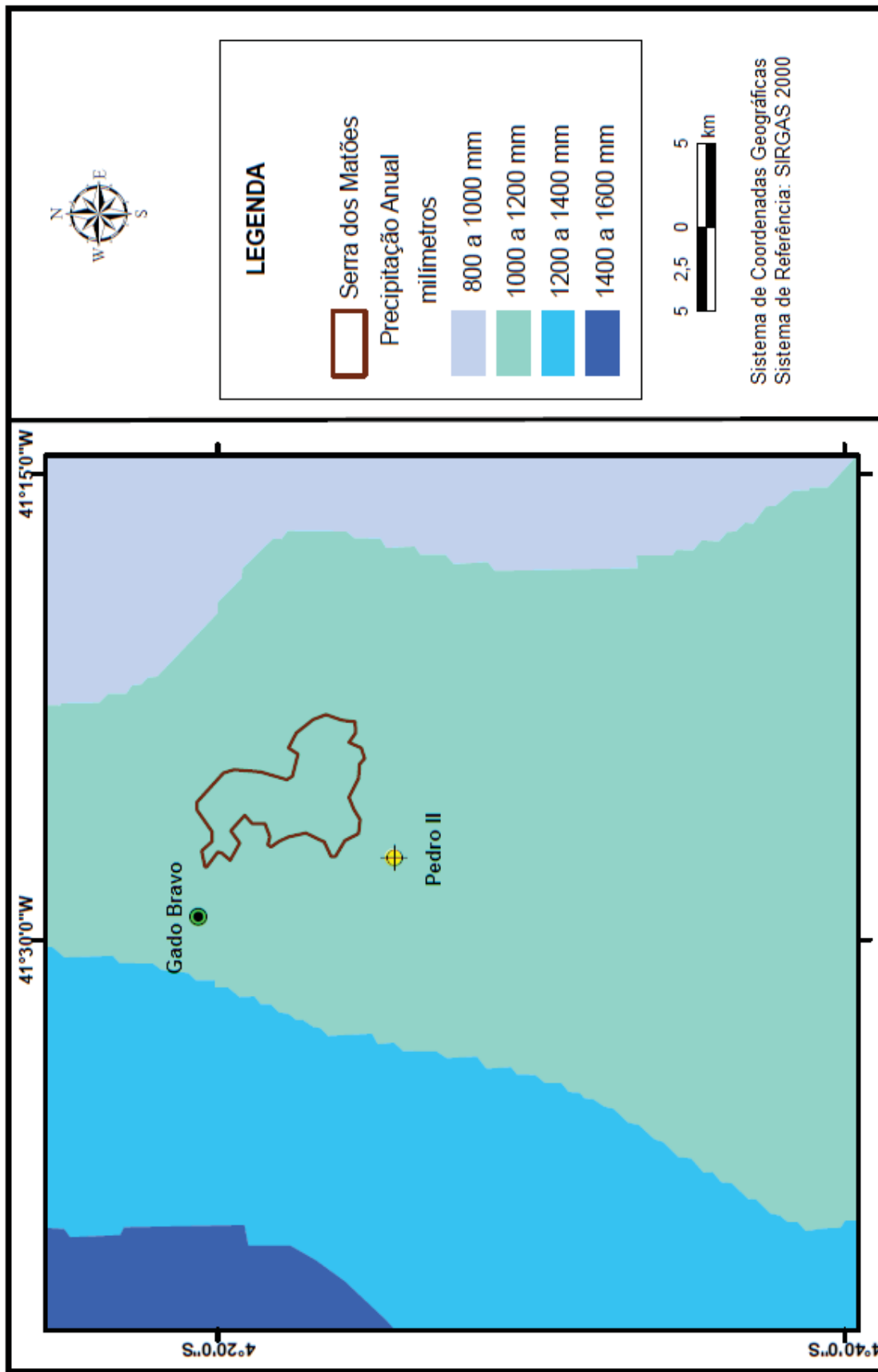
6.3 Aspectos Fisiográficos

Segundo a classificação de Köppen (BRASIL, 1976), o clima do município é Aw, de baixa latitude, típico das Savanas tropicais, com chuvas de verão e estação seca bem acentuada coincidindo com o inverno, que em Pedro II caracteriza-se por possuir duas estações climáticas definidas: a chuvosa, de janeiro a maio, e a seca, nos demais meses do ano. Dados pluviométricos obtidos no escritório local da EMATER mostram uma precipitação média de 1.200 mm em anos de invernos regulares, enquanto que nos anos de seca, essa média cai para aproximadamente 800 mm distribuídos irregularmente no período chuvoso (Figura 03). As menores temperaturas são registradas nos meses de maio a agosto, chegando a 16°C. As maiores temperaturas ocorrem nos meses de outubro a dezembro, atingindo 33°C. Segundo Cavalcanti (2006), esse tipo climático é típico do Nordeste Setentrional do Brasil, com temperaturas médias elevadas durante todo o ano. Para Gomes (2011), essa grande amplitude térmica seria explicada pelas feições geomorfológicas encontradas na região, principalmente a Serra dos Matões e presença das nascentes e brejos de altitude.

Do ponto de vista morfológico, esta região estudada é caracterizada por Gomes (2004, p.72), pelas seguintes feições principais:

- ✓ Pediplanos: são formados essencialmente pelos siltitos e folhelhos da Formação Pimenteiras e arenitos de granulação fina da Formação Serra Grande. É caracterizada pelas altitudes que variam de 150 a 200 m;
- ✓ Serras: trata-se de um conjunto de serras que integram a Serra da Ibiapaba, estando as altitudes mais elevadas restritas à Serra do Matões, com aproximadamente 820 m acima do nível do mar. Esta cota decresce fixando-se em torno de 500 m. Em geral, são superfícies planares relacionadas aos arenitos da Formação Cabeças, apresentando mergulhos suaves para o centro da Bacia Sedimentar do Parnaíba, a oeste; sendo comumente delimitadas por lineamentos estruturais como falhas geológicas e/ou formando escarpas erosivas, tipo *cuesta*, sendo frequentes os morros testemunhos como a Serra da Cangalha e o morro da Torre.

Figura 3 – Mapa mostrando a pluviosidade anual na área estudada, destacando a localização da região do Gado Bravo



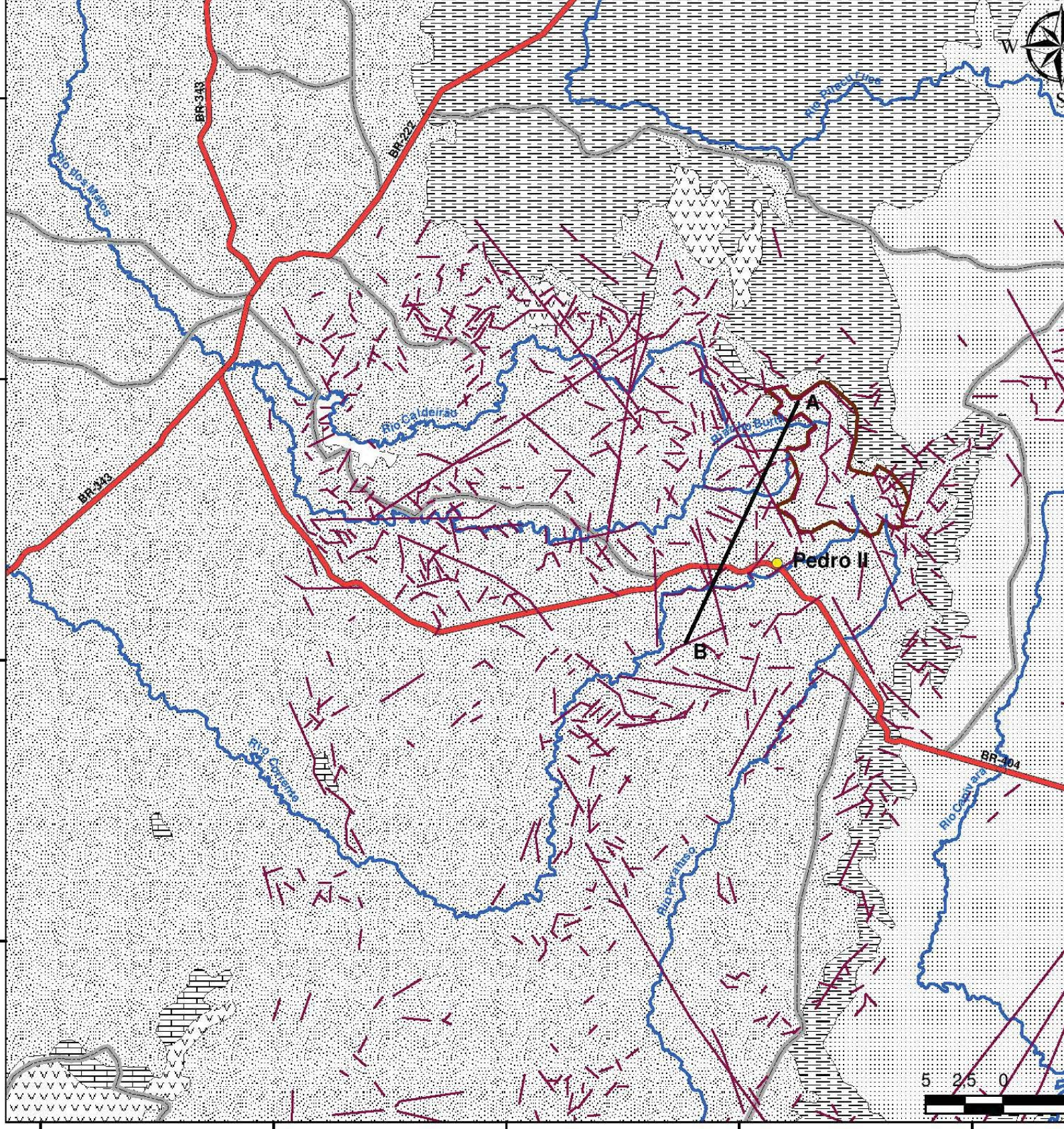
Fonte: Adaptado de Andrade Junior (2004).

As principais drenagens encontradas no município de Pedro II são os rios dos Matos, Caldeirão, Piracuruca e Corrente, intermitentes, pertencentes à bacia hidrográfica do rio Longá, e os rios Parafuso e Capivara, com regime semelhante, integrantes da bacia hidrográfica do rio Poti. Ambos apresentam uma alimentação pluvial. Localmente, num pequeno trecho a jusante das nascentes, é comum apresentarem um comportamento de rio perene.

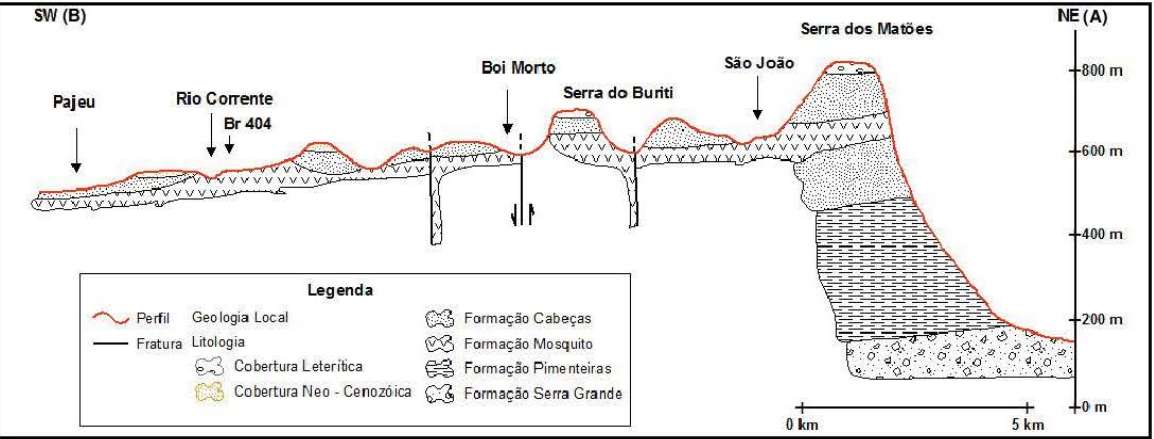
O rio Corrente cruza a cidade de Pedro II, tendo suas águas, em seu alto curso, sido represadas pelo açude Joana na localidade Barra, logo após o bairro Santo Antônio, sendo a principal fonte de abastecimento hídrico da sua população urbana. Quando foi inaugurado em 1996, sua capacidade de armazenamento era de 10.670 m³. Atualmente, mesmo após o período das chuvas, encontra-se com menos de 30% de sua capacidade.

A área estudada, do ponto de vista geológico, está contida nos domínios da Bacia Sedimentar do Parnaíba, sendo registradas as seguintes unidades estratigráficas sumarizadas por Gomes (1990 e 2002) como: Grupo Serra Grande, de idade Siluriana, que segundo Góes et al. (1993), contém arenitos, siltitos, folhelhos, conglomerados e raros diamictitos, indivisos, sobrepostos em discordância erosiva pelos sedimentos do Grupo Canindé, de idade Devoniana, constituído pela Formação Pimenteiras, depositada em ambiente de plataforma dominada por tempestades, representada pelos folhelhos cinza-escuros e siltitos com cores variegadas; a Formação Cabeças, depositada em ambiente periglacial-flúvio-deltáico, é constituída essencialmente de arenitos; a Formação Longá é caracterizada pelas camadas de folhelhos e siltitos bioturbados, interpretados como um registro de um mar epicontinental com ambiente deposicional variando de infranérico a litorâneo (Santos e Carvalho, 2009). Intrudidos nestas formações geológicas sedimentares, preferencialmente alojados na zona de fraqueza situada entre sedimentos psamíticos e pelíticos, ocorrem rochas ígneas básicas caracterizados como diabásios, com idade entre 150 e 110 Ma., correspondendo à Formação Sardinha (ALMEIDA et al., 1988; CALDASSO & HAMA, 1978; Figura 4). Os arenitos porosos e permeáveis do Grupo Serra Grande e da Formação Cabeças representam os maiores aquíferos da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Na região de Pedro II essas litologias encontram-se na superfície, constituindo área de recarga dos mesmos.

Gomes (1990 e 2002), Gomes e Costa (1994) associam as mineralizações de opala, calcedônia, quartzo e hematita encontradas em Pedro II, ao ambiente hidrotermal resultante da colocação destes magmas básicos na zona de contato entre arenitos e siltitos, respectivamente das Formações Cabeças e Pimenteiras.



Perfil Geológico



LEGENDA

- Lineamentos
- Rodovia
 - Federal
 - Estadual
- Rios
- Serra dos Matões

Geologia Regional de Pedro II

- ▨ Formação Sardinha
- ▩ Formação Longá
- ▤ Formação Cabeças
- ▥ Formação Pimenteiras
- ▦ Grupo Serra Grande

Legenda

— Perfil	Geologia Local	▨	Formação Cabeças
— Fratura	Litologia	▩	Formação Mosquito
▨	Cobertura Leterítica	▤	Formação Pimenteiras
▨	Cobertura Neo - Cenozóica	▥	Formação Serra Grande

6.4 Recursos Hídricos na Serra dos Matões

A Serra dos Matões, no entorno da qual se encontram as nascentes estudadas, é um divisor de águas de duas grandes e importantes bacias hidrográficas (B.H.): as bacias dos rios Longá e Poti.

Dentre todas as bacias hidrográficas que compõem a B.H. do rio Parnaíba, a do rio Longá destaca-se pelo maior volume potencial de água superficial, apresentando 5.186,6 hm³/ano. É a terceira maior quanto ao potencial de água subterrânea explorável, com 191,9 hm³/ano. Nessa encontram-se as nascentes dos rios Corrente, dos Matos, Caldeirão e Piracuruca. Já as nascentes dos rios Parafuso e Capivara integram a B.H. do rio Poti, que segundo PIAUÍ (2010) apresenta o terceiro maior volume potencial de água superficial, com 2.278,3 hm³/ano e o maior potencial de água subterrânea explorável, com 213,5 hm³/ano.

Com base nos dados hidrogeológicos, constata-se que os principais aquíferos da Bacia Sedimentar do Parnaíba são o Serra Grande, o Cabeças, o Poti-Piauí, perfazendo em conjunto, 1.793.180 hm³ de água acumulada, o que corresponde a 93,5% de toda a água armazenada na referida bacia sedimentar.

As informações apresentadas a seguir foram resumidas dos relatórios de BRASIL (2004), BRASIL (2006), COBA (2009) e PIAUÍ (2009), além de conhecimento de campo do autor.

O aquífero Cabeças está contido nas rochas que integram a formação Cabeças. É o segundo sistema aquífero em importância na Bacia Sedimentar do Parnaíba, ocupando uma faixa de terras alongada de norte ao sul do estado do Piauí. Apresenta permeabilidade alta e elevada produção de água com mecanismos surgentes em grandes áreas, principalmente no vale do rio Gurguéia. As vazões médias dos poços neste sistema variam entre 12m³/h na porção do aquífero livre a 50,2m³/h na porção do aquífero confinado. É representado por um espesso pacote de arenitos com aproximadamente 300 metros de espessura, sendo constituído de arenitos de coloração creme a esbranquiçado e avermelhado, granulometria fina a média, às vezes grosseiros. Os arenitos são porosos e permeáveis, o que lhe confere uma excelente qualidade como reservatório de água subterrânea.

A bacia hidrográfica do rio Longá é representada pelas microbacias dos rios Piracuruca, Caldeirão, dos Matos e Corrente.

O rio Caldeirão possui 58,88 km de extensão e é represado no município de Piripiri, formando o açude homônimo, com capacidade para armazenar um volume de 54.600.000 m³,

garantindo uma vazão de 2,16 m³/s, que além de regularizar a vazão do rio dos Matos à jusante da mesma, propicia a irrigação e o desenvolvimento de um polo de piscicultura. No local do barramento, a área de sua bacia hidrográfica é de 220 km². Segundo o DNOCS (2014), a capacidade de irrigação do reservatório é de 1.400 ha em anos de pluviosidade média e de cerca de 700 ha em anos secos. Atualmente foi concluído o Projeto Executivo que trata da elevação da capacidade do reservatório para 190.000.000 m³, visando a perenização do curso d'água principal, o abastecimento d'água da cidade de Piripiri e a implantação de um Projeto de Irrigação, esse com uma superfície total irrigável de aproximadamente 3.000 hectares. É um afluente da margem direita do rio dos Matos, com sua foz na zona urbana da cidade de Piripiri. Banha terras dos municípios de Piripiri, Lagoa de São Francisco e Pedro II, ocupando uma área de 23.091,32 hectares.

O rio dos Matos possui 147,79 km de comprimento, desaguando na margem direita do rio Longá, na divisa dos municípios de Batalha e Esperantina. Sua Bacia Hidrográfica possui uma área de 186.895,11 hectares, distribuída na zona rural dos municípios de Batalha, Barras, Piracuruca, Brasileira, Piripiri, Lagoa de São Francisco e Pedro II.

O rio Corrente tem 162,49 km de comprimento. Sua bacia hidrográfica tem 158.657,48 hectares ocupando partes dos municípios de Batalha, Piracuruca, Brasileira, Piripiri, Lagoa de São Francisco e Pedro II. Na zona urbana do município de Pedro II é a feição principal do Parque Municipal do Pirapora, que termina no açude Joana. Este açude tem um volume de 10.670m³, sendo responsável pelo abastecimento hídrico dessa cidade.

O rio Piracuruca possui 156,90 km de extensão e é represado no município de Piracuruca, formando o açude de mesmo nome, com 250.000.000 m³. Deságua na margem esquerda do rio Longá, na divisa dos municípios de Batalha e São José do Divino. A Bacia Hidrográfica do rio Piracuruca possui uma área de 777.475,71 hectares, abrangendo os municípios de Batalha, São José do Divino, Piracuruca, Cocal, Cocal dos Alves, Brasileira, São João da Fronteira, Piripiri, Pedro II e Domingos Mourão.

A bacia hidrográfica do rio Poti é representada pelas microbacias dos rios Parafuso e Capivara. O Rio Parafuso possui 109,45 km de comprimento e tem sua foz na margem direita do rio Poti, no município Juazeiro do Piauí, percorrendo ainda os municípios de Milton Brandão e Pedro II. Sua bacia hidrográfica tem uma área de 91.310,43 hectares.

O Rio Capivara possui 131,19 km de extensão. Assim como o rio Parafuso, tem sua foz na margem direita do rio Poti, também na zona rural do município Juazeiro do Piauí,

percorrendo ainda os municípios de Milton Brandão e Pedro II. Sua bacia hidrográfica possui uma área de 163.093,57 hectares.

Esses volumes expressivos de águas superficiais e subterrâneas exploráveis mostram a grande importância destas bacias hidrográficas, e conseqüentemente, do diagnóstico, recuperação e preservação dos mananciais ali encontrados, incluindo a área estudada.

6.5 Aspectos Ambientais

A área de estudo é caracterizada como o polígono que abrange o conjunto das nascentes perenes encontradas no entorno da Serra dos Matões, que constituem as nascentes dos rios Corrente, dos Matos, Caldeirão, Piracuruca (parcial), ambos integrantes da bacia hidrográfica do rio Longá; enquanto as nascentes dos rios Capivara e Parafuso fazem parte da bacia hidrográfica do rio Poti (Figura 2).

No platô da Serra dos Matões, e em seu sopé, são encontrados os povoados São João, Serra dos Matões, Tromba, Gado Bravo, Terra Dura, Buriti Grande dos Aquiles, Jenipapeiro, Mangabeira, Palmeira dos Soares e a zona urbana da cidade de Pedro II. Esses povoados contam com colégios, postos de combustíveis, cemitérios, poços tubulares, açudes, mercados públicos, chafarizes, igrejas, praças, pequenos criadouros (de bovinos, caprinos, ovinos, suínos, frangos, peixes e apicultura), bares e restaurantes, dentre outros empreendimentos e atividades, porém sofrem com a ausência de saneamento básico.

No entorno da área de estudo, localizam-se o garimpo e mina de opala do Boi Morto; garimpo de opala do Crispim; garimpos de arenitos (como rocha ornamental) nas localidades Pilões, Canto da Vargem e Palmeira; diversos garimpos de arenitos, com retirada de blocos para alicerces de edificações. Há também uma crescente expansão imobiliária (destacando-se os loteamentos e condomínios), sítios e fazendas; além de inúmeras áreas desmatadas com o emprego de queimadas e práticas agrícolas rudimentares (de subsistência).

Existem ainda importantes atrativos turísticos – que são explorados de forma desordenada, sem planejamento algum, mas denominados pelos gestores como ecoturismo – como os mirantes (da Santa e do Gritador), cachoeiras (da Serra, Salto Liso, Véu de Noiva e Urubu Rei), cavernas em rocha arenítica (furna do Lauro e caverna do Morcego), piscinas naturais (diversos banhos do “pé de serra”), sítios arqueológicos (Torre, Boca Doce, Quinto, Buriti Grande dos Aquiles e Pedra da Janela) e turismo rural (engenho, casa de farinha, alambique).

Segundo Gomes (2011, p.64), os principais Biomas encontrados na região de Pedro II são o Cerrado e Caatinga. O primeiro é típico de regiões de chapada, caracterizado como:

Presença dos estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo, indivíduos de médio a baixo porte, ramificação irregular, troncos curtos, casca espessa, folhagem abundante e escleromorfa (resistente à insolação), formando uma copa aberta.

Já a Caatinga apresenta predominância do estrato arbóreo- arbustivo, vegetação do tipo xerófito (resistente a longos períodos de seca e insolação), e caducifólio (perdem as folhas no período seco), com indivíduos lenhosos, com maior representatividade nas famílias Cactaceae, Bromeliaceae e Crassulaceae (suculentas).

Diversos inventários florísticos registraram bromélias e orquídeas típicas da Caatinga e de Mata Atlântica, respectivamente, em algumas áreas do município, como: Bezerra (2003); Farias & Bezerra (2003); Gomes et al. (2003); Gomes (2004); Batista et al. (2009); Gomes (2011); Machado et al. (2012); Machado & Gomes (2011); Machado & Gomes (2012). Nas regiões planas localizadas no alto da Serra dos Matões é possível identificar o Carrasco, mais conhecido como campos rupestres, onde predominam de espécies das famílias Bromeliaceae, Cactaceae e Crassulaceae. Ocorrem ainda espécimes arbustivos e arbóreos (de pequeno porte), com troncos retorcidos e folhagem em tamanho reduzido e em pequena quantidade. Em algumas áreas o solo torna-se laterítico, concrecionário, com psólitos (conhecido vulgarmente como piçarra), onde as espécies predominantes são gramíneas, arbustos e algumas poucas árvores.

6.6 Unidades de conservação

No âmbito da área estudada existem duas unidades de conservação: a Área de Preservação Ambiental (APA) da Ibiapaba (unidade de conservação federal) e o Parque do Pirapora (unidade de conservação municipal), descritas a seguir:

6.6.1 APA da Serra da Ibiapaba

A APA da Serra da Ibiapaba, na qual está inserida a área estudada, foi criada pelo Decreto, sem número, de 26 de novembro de 1996 (BRASIL, 1996). De acordo com o Artigo 1º, está situada na biorregião do complexo da Serra Grande, localizada nos Municípios de Buriti dos Lopes, Bom Princípio, Cocal, Piracuruca, Piripiri, Brasileira, Pedro II, Lagoa do São Francisco, Conceição e Domingos Mourão, no Estado do Piauí; Chaval, Granja, Moraújo,

Tianguá e Viçosa do Ceará, no Estado do Ceará, e nas águas jurisdicionais (Figura 01), com os seguintes objetivos:

- I - Garantir a conservação de remanescentes de cerrado, caatinga e mata atlântica;
- II - Proteger os recursos hídricos;
- III - Proteger a fauna e flora silvestres;
- IV - Melhorar a qualidade de vida das populações residentes, mediante orientação e disciplina das atividades econômicas locais;
- V - Ordenar o turismo ecológico;
- VI - Fomentar a educação ambiental;
- VII - Preservar as culturas e as tradições locais.

Segundo seu Decreto de criação, no Art. 6º, ficam proibidas ou restringidas na APA da Serra da Ibiapaba, entre outras, as seguintes atividades:

- I - implantação de atividades industriais potencialmente poluidoras, que impliquem danos ao meio ambiente ou afetem os mananciais de água;
- II - implantação de projetos de urbanização, realização de obras de terraplenagem, abertura de estradas e de canais e a prática de atividades agrícolas, quando essas iniciativas implicarem alteração das condições ecológicas locais, principalmente nas zonas de vida silvestre;
- III - exercício de atividades capazes de provocar acelerada erosão ou assoreamento das coleções hídricas;
- IV - exercício de atividades que impliquem matança, captura ou molestamento de espécies raras da biota regional;
- V - uso de biocidas e fertilizantes, quando indiscriminado ou em desacordo com as normas e recomendações técnicas oficiais;
- VI - despejo nos açudes Caldeirão e Piracuruca e nos cursos d'água abrangidos pela APA, de quaisquer efluentes, resíduos ou detritos;
- VII - retirada de areia e material rochoso dos terrenos que compõem as encostas das bacias e dos rios Caldeirão, Matos e Piracuruca, que implique alterações das condições ecológicas locais.

6.6.2 Parque Ambiental do Pirapora

O Parque Ambiental Pirapora é uma unidade de conservação municipal localizado na zona urbana da cidade de Pedro II com uma área de 11,161 hectares. Foi criado pelo decreto Nº 129 de 05 de junho de 2001, visando preservar as nascentes encontradas no local (com destaque para as nascentes do Pinga e do Pirapora), as espécies da flora regional e as cachoeiras. Tem ainda forte ligação com o surgimento da cidade, quando era a principal fonte de abastecimento de água da povoação, local de lazer e inspiração para lendas e outras manifestações culturais. Em toda sua extensão, o Parque Ambiental do Pirapora está encaixado no leito do rio Corrente, que recebe a denominação local de riacho Pirapora. (FARIAS & BEZERRA, 2003)

O referido parque tem seu início a Leste, próximo ao cruzamento da rua Valdemar Martins com a rua José Gomes Filho, acompanhando o vale do rio Corrente a jusante, incluindo algumas propriedades privadas nas suas duas margens até a área desapropriada pelo DNOCS para o açude Joana, a Oeste. Foram identificadas em seu interior, duas cachoeiras, uma barragem, uma caverna, um sítio arqueológico, a nascente do Pinga, a nascente do Pirapora, quatro dezenas de nascentes intermitentes, as “pedras das lavadeiras”, as ruínas do balneário público do Pirapora, a ladeira do Pirapora, as ruínas do antigo sistema de captação de água do município, parte emersa do antigo garimpo de opala da Barra (que foi inundado pelas águas do açude Joana), parte do açude Joana e uma área com vegetação nativa do bioma Cerrado, ainda preservada. Além disso, representa um importante patrimônio cultural pedrossesundense e constitui-se em tema de lendas, poesias e crônicas.

Segundo Gomes (2011), na língua tupi, Pirapora significa “salto do peixe”. Provavelmente relaciona-se ao fato de apresentar muitos blocos de arenitos, com dimensões métricas, ao longo do seu canal fluvial e em suas margens. Imediatamente durante e após as chuvas mais fortes, há um grande aumento no volume das águas, formando torrentes, que são aproveitadas pelos peixes para subirem o canal fluvial. Quando as águas baixam, esses ficam presos em pequenas piscinas e no canal fluvial, a saltar entre os blocos de arenitos, momento em que são capturados por predadores e pela população local.

Farias & Bezerra (2003) constataram que o parque possui uma vegetação muito diversificada, incluindo espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas do bioma Cerrado, com destaque para as espécies de Cedro (*Cedrela odorata*), Aroeira (*Myracodruon urunduva*), Pau d’arco (*Tabebuia auria*), Tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) e Jatobá (*Hymenaea sp.*).

Os principais problemas ambientais do Parque do Pirapora são o uso regular da água pelas lavadeiras, desmatamento e a agricultura nas matas ciliares, erosão nas margens do rio Corrente / riacho Pirapora, uso de agrotóxicos pelos agricultores ribeirinhos, pesca predatória, acúmulo de resíduos sólidos provenientes da cidade de Pedro II, ausência de saneamento básico das residências situadas a montante em toda a sua bacia hidrográfica, assoreamento das nascentes, contaminação por óleos e graxas, plantio de espécies exóticas da flora, construções irregulares dentro da APP e captação descontrolada de água pelos inúmeros usuários (irrigação, piscicultura e abastecimento público).

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 Descrição das Nascentes

7.1.1 Nascentes do rio Corrente

O rio Corrente tem a sua nascente geográfica na localidade Terra Dura, a nordeste da cidade de Pedro II, enquanto sua foz ocorre na margem direita do rio Longá, na zona rural do município de Boa Hora, tendo 162,49 km de extensão. A sua bacia hidrográfica ocupa uma área de 1.586, 57 km² distribuídos em terras dos municípios de Boa Hora, Barras, Capitão de Campos, Piripiri, Milton Brandão e Pedro II.

Em 1971, a concessionária estadual Águas e Esgotos do Piauí S.A. – AGESPISA – iniciou os estudos e construção de reservatórios para o armazenamento e captação de água da nascente do Pirapora, de onde a mesma era bombeada para um chafariz na cidade. Pedro II está situada no alto curso deste rio, e tem sua história de ocupação, desenvolvimento, cultura e lazer associada ao uso das águas de suas principais nascentes: Pirapora, Bananeira e Buritizinho.

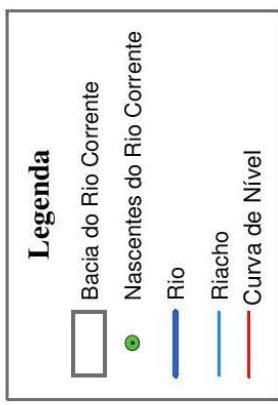
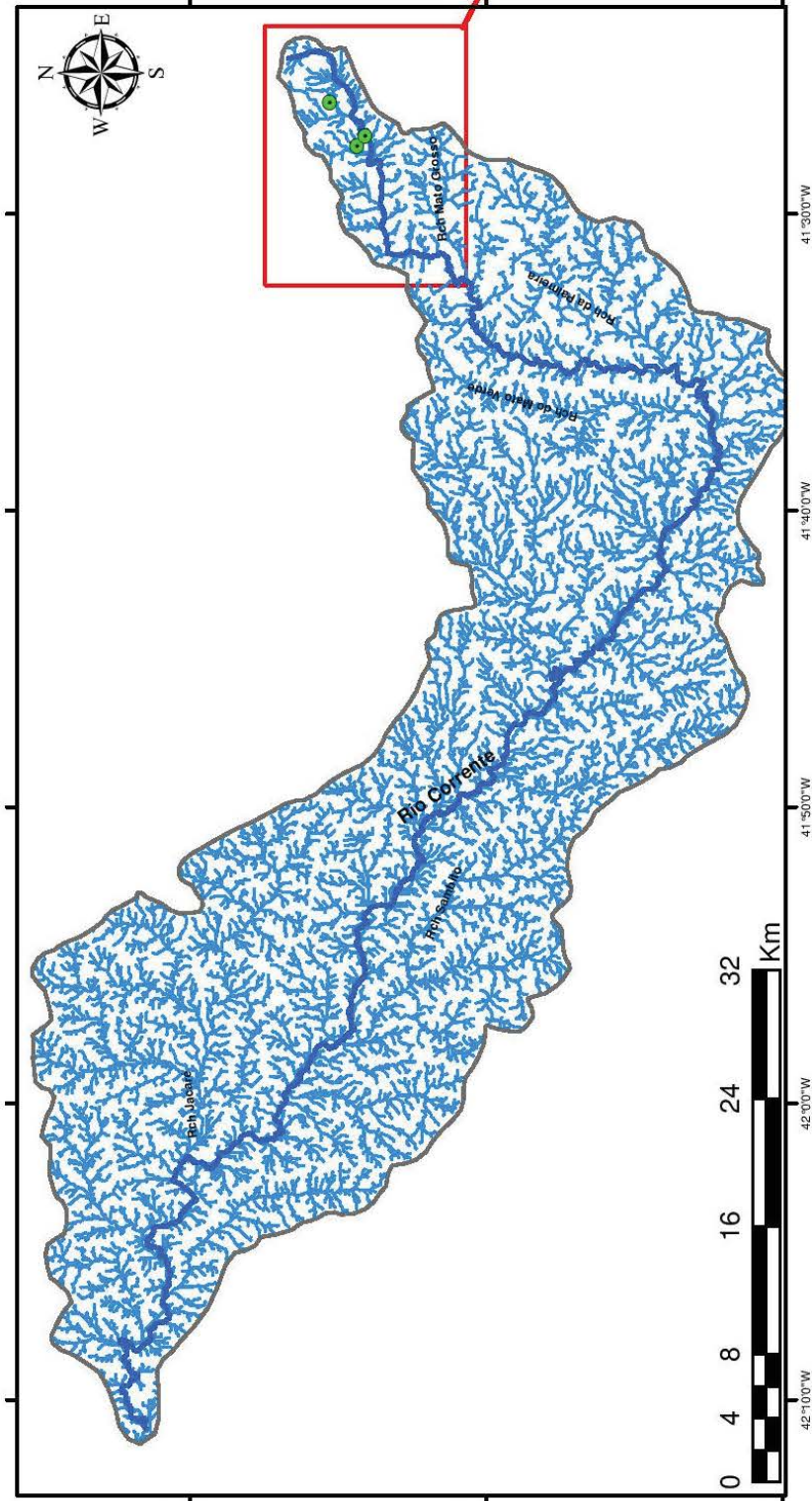
No início da década de 1980, uma série de poços tubulares profundos foi perfurada e neles foram construídos chafarizes públicos para abastecimento da população. E por fim, a partir de 1996, a construção do açude Joana a jusante do núcleo urbano, com capacidade para armazenar 10.670.000 m³, passou a fornecer a água para a AGESPISA, permanecendo até hoje como a principal fonte de água para o abastecimento público da cidade (Figuras 05 e 06).

Figura 05 – Açude Joana visto da rua Mons. Uchoa.

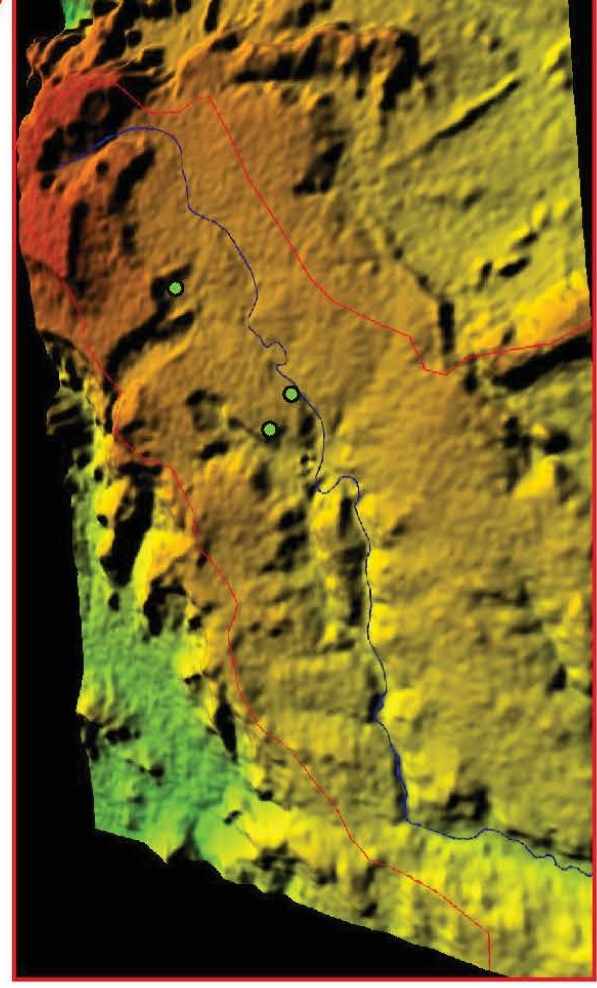
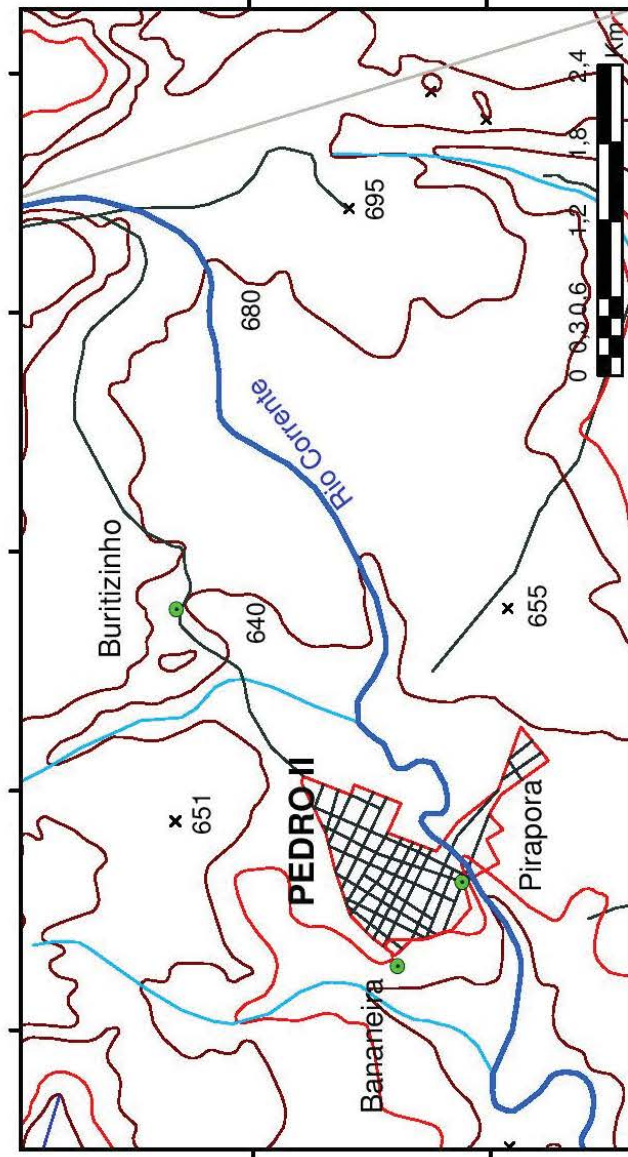


Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015

BACIA DO RIO CORRENTE



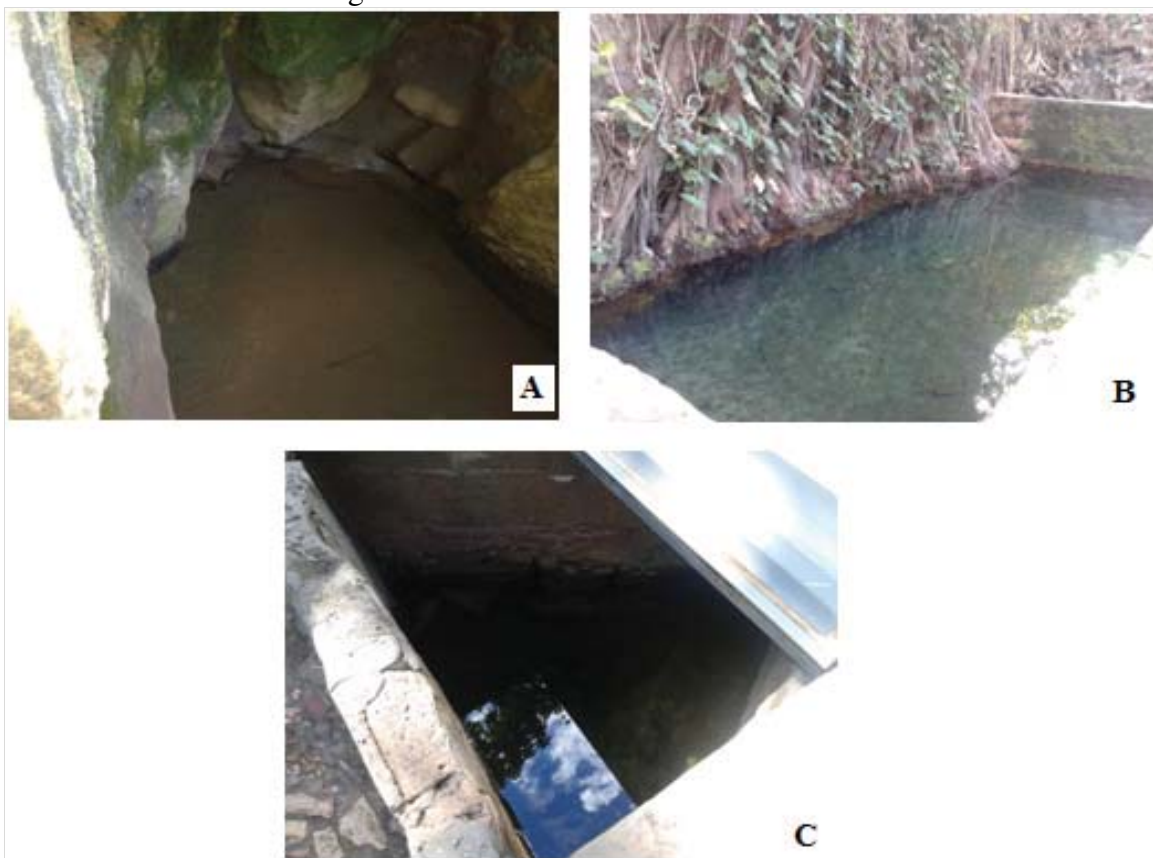
Sistema de Coordenadas Geográficas
Sistema de Referência: SIRGAS 2000
Folha: Pedro II SB.24 V-A-II



Desde sua fundação no final do século XVIII por João Alves Pereira, com o nome de Pequizeiro, quando foram construídas as primeiras casas e a capela de Nossa Senhora da Conceição até meados de 1980, as principais fontes de água para abastecimento da população foram estas nascentes, como retrata o poeta Genuíno Sales, em sua poesia Ladeira do Pirapora (Em anexo).

Neste estudo foram detalhadas as nascentes perenes do Pirapora (e Pinga), Bananeira e Buritizinho, estando as duas primeiras localizadas na zona urbana da cidade de Pedro II, integrantes do alto curso do rio Corrente, que destaca-se pela grande quantidade de olhos d'água intermitentes, como aqueles encontrados no povoado Terra Dura, no Parque das Orquídeas e no Parque Municipal do Pirapora, tendo sido georreferenciados 124 pontos durante os trabalhos de campo (Figuras 07 A a C).

Figura 6 – Nascentes do Rio Corrente.



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Nascente do Pirapora; (B) Nascente do Buritizinho; (C) Nascente do Bananeira.

a) Nascente do Pirapora

Essa nascente está dentro do Parque Ambiental do Pirapora. Esta unidade de conservação está encravada na zona urbana, sendo contornada pelos bairros Santo Antônio, Pirapora e São Francisco, apresentando uma área de 11,161 hectares.

Dentro dessa unidade de conservação municipal foram identificadas duas nascentes: a nascente do Pinga, localizada na base de uma escarpa de uma falha geológica com 40 metros de comprimento, direção geral NNW-SSE, que forma uma cachoeira com aproximadamente 10 (dez) metros de altura. Nesse local há um muro construído com blocos decimétricos de arenitos silicificados, onde havia uma grande grade metálica restringindo o acesso ao interior de uma caverna, no interior da qual encontra-se esta nascente, assim nomeada por apresentar um contínuo gotejamento, e por se iniciar ali, o riacho Pirapora, que escoar no canal do rio Corrente, sendo represado pelo Açude Joana, aproximadamente 2 km a jusante.

A nascente do Pirapora, a principal nascente encontrada na região em função de sua grande vazão, está situada há cerca de 10 metros a jusante da nascente do Pinga. A surgência da água ocorre a partir de fraturas nos arenitos da Formação Cabeças. No entorno da mesma foi edificada uma grande caixa de concreto para “proteção” e armazenamento de água, uma casa de bomba, à qual é acoplada uma tubulação por onde a água é bombeada para um chafariz público municipal. Dessa edificação sai uma grande tubulação que se estende por aproximadamente 70 metros, paralelamente ao canal fluvial, até uma segunda edificação, que servia para armazenamento e bombeamento da água para o sistema de abastecimento da AGESPISA, atualmente abandonado e depredado (Figura 08).

Em termos geológicos, a zona urbana da cidade de Pedro II e as nascentes do Pirapora e Bananeira estão nos domínios dos arenitos da Formação Cabeças, na área de recarga do aquífero Cabeças. Num perfil geológico, estratigraficamente abaixo desta litologia sedimentar, encontra-se uma soleira de uma rocha ígnea intrusiva, o diabásio, que em poços tubulares mostra espessura de até 170 metros, com afloramentos do topo dessa soleira, num horizonte saprolítico, nas cavas do antigo garimpo da Barra e na margem direita do açude Joana. Nas imediações da zona de contato entre essas diferentes litologias encontram-se as diversas nascentes identificadas na zona urbana da cidade de Pedro II.

Figura 7 – Nascentes do Pirapora.



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Nascente do Pinga circundada por um muro de blocos de arenito;
(B) A nascente do Pirapora, envolta numa caixa de concreto.

b) Nascente do Bananeira

Essa nascente localiza-se logo na entrada da cidade, no bairro Campestre, nas proximidades do açude Joana. Apresenta um perfil geológico semelhante à nascente do Pirapora, tendo a montante, a zona urbana da cidade de Pedro II, a qual foi edificada sobre os arenitos da Formação Cabeças. Quando o sistema de captação de água do açude Joana (administrado pela AGESPISA), formado por um conjunto de bombas, entra em pane, levando à falta de água em toda a cidade, as nascentes Bananeira e Buritizinho, mais inúmeros poços tubulares públicos e privados, têm suas águas captadas pelos carros-pipa para abastecimento da população local.

A nascente do Bananeira apresenta uma grande descaracterização e antropização de sua Área de Preservação Permanente, com construções residenciais a norte e oeste. O local onde ocorre a surgência da água que é captada para o consumo humano foi “protegido” por uma mureta e coberto por uma pequena casa, foi feito ainda um calçamento em todo seu entorno (Figura 09). Quando não está sendo captada pela população local, a água drena por baixo do calçamento, formando um riacho perene que flui em direção ao açude Joana.

Figura 8 – Nascente do Bananeira e sua APP



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

c) Nascente do Buritizinho

A nascente do Buritizinho localiza-se há aproximadamente 2,0 km da cidade de Pedro II, representando o final de trilha de Turismo rural que tem início logo após a sede do Posto de Fomento Florestal – POFOM, atual sede da Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

Segundo Gomes (2011), nessa região é possível encontrar vacarias, engenhos de cana, casas de farinha, alambiques, produção de mel, fruteiras nativas, além de diversas criações de pequenos animais e agricultura de subsistência, distribuídas em diversas pequenas propriedades rurais que servem de sustentação para a atividade do turismo rural.

O platô da Serra dos Matões e sua encosta estão a montante dessa nascente, na qual se encontram diversas feições erosivas, tipo ruiniformes, sustentadas pelos arenitos de granulação fina, brancos a amarelados, que integram a unidade geológica denominada de formação Cabeças. Observa-se em toda essa área uma intensa tectônica rúptil, representada pelo paredão rochoso com direção geral E-W, encoberto pelas raízes de gameleiras e bromélias, tendo em sua base a surgência de água dessa nascente (Figura 10). A nascente é represada por uma mureta de aproximadamente um metro de altura, favorecendo o acúmulo da água e sua captação, para o consumo, pelos moradores do entorno, ao mesmo tempo em que dificulta o acesso direto dos animais à fonte. Em sua base, na extremidade oeste dessa mureta, a água escoava formando um riacho perene que percorre inúmeros sítios, onde tem múltiplos usos como dessedentação animal,

irrigação (árvores frutíferas, cana de açúcar, capim, olerícolas), piscicultura, atividades domésticas e lazer.

Figura 9 – Nascente do Buritizinho



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Vista geral da nascente do Buritizinho e a mureta de proteção;

(B) Vista lateral da nascente;

(C) Detalhe do espelho d'água.

Essa região a montante da nascente do Buritizinho apresenta uma flora característica dos biomas Cerrado e Caatinga, com elementos de Mata Atlântica e Carrasco (campo rupestre), além de Mata dos Cocais, onde foram identificadas ocorrências de jatobá, cedro, aroeira, angico branco, pau-ferro, catingueira, pau d'arco amarelo, sucupira, bromélias da subfamília Tillandsioideae e orquídeas de vários gêneros, comprovando a rica biodiversidade do local (GOMES, 2011).

7. 1.1.1 Impactos ambientais nas nascentes do rio Corrente

Embora tenham uma grande importância histórica e cultural, as nascentes do rio Corrente apresentam os problemas mais graves dentre todos aqueles encontrados nas nascentes dos rios Corrente, Caldeirão, dos Matos, Piracuruca, Capivara e Parafuso, especialmente Pirapora e Bananeira, por estarem na zona urbana da cidade de Pedro II, vulneráveis a uma urbanização sem planejamento, à falta de uma coleta de lixo adequada e a ausência de saneamento básico (Figuras 11 e 12).

Figura 10 – Impactos ambientais na nascente do Buritizinho.



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Aterro e erosão na APP; (B) presença de suínos na APP;

Figura 11 – Impactos ambientais nas nascentes do Pirapora.



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Casa de máquina, caixa de captação e tubulação; (B) Frasco de água sanitária e turbidez da água provocada pelo sabão; (C) Resíduos sólidos; (D) Esgoto doméstico na ladeira do Pirapora; (E) Parede e resíduos na nascente do Pinga; (F) Ruína da casa de bomba da AGESPISA.

Figura 12 – Nascente do Bananeira



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Nas duas nascentes do Pirapora e no Bananeira, em suas APPs e entorno, foram observados desmatamentos em encostas íngremes, queimadas, erosão, assoreamento, resíduos sólidos diversos (plásticos, pneus, metais, isopor, vidro, tecidos, etc.), aterros e construções dentro do vale e canal fluvial (residências, muros, etc.), lançamento de esgotos domésticos sem tratamento, fezes, óleos lubrificantes, agrotóxicos, desvio de parte da água, plantio de espécies exóticas, afugento e caça da fauna avícola, perda da biodiversidade, presença de lavadeiras (com sabão, água sanitária e detergentes) e garimpo ilegal de opala. Essa situação de abandono e impactos foi registrada pelo professor Ernani Getirana na poesia Despoema ao Pirapora (Em anexo).

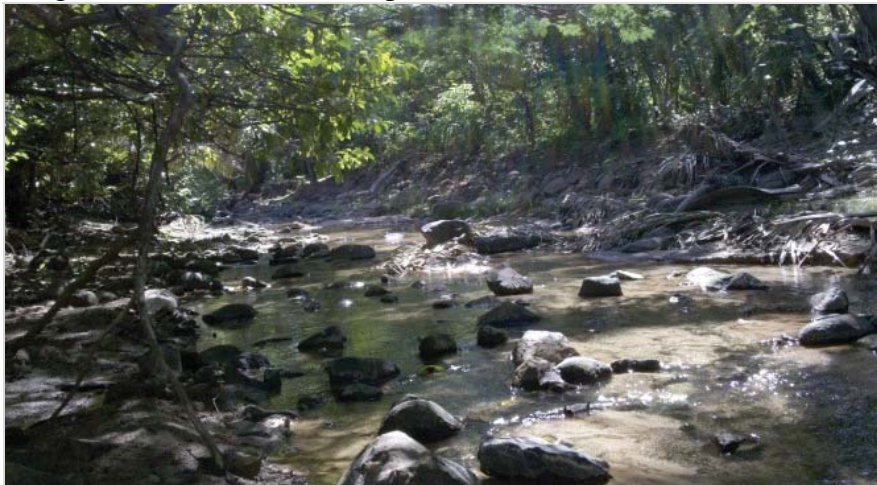
A nascente do Buritizinho apresenta sua área a montante bem preservada, contrastando com as terras a jusante, antropizadas. Sua localização à margem da estrada que une a zona urbana de Pedro II com a região rural das localidades Terra Dura e Barro facilita o acesso da população e turistas. Para reter, acumular parte da água e evitar o acesso direto de pessoas e animais, foi construída uma mureta em volta da nascente.

Foram identificados os seguintes impactos ambientais a jusante da nascente, em sua APP: construções, desmatamento, aterros, compactação do solo, resíduos sólidos, atividade de lavadeiras, acesso de animais (principalmente suínos e caprinos) e veículos, afugento da fauna nativa, plantio de espécies exóticas.

7.1.2 Nascentes do rio dos Matos

O rio dos Matos possui 147,79 km de extensão, com nascentes ao norte da cidade de Pedro II e foz na margem direita do rio Longá, na divisa dos municípios de Batalha e Esperantina (Figura 14).

Figura 13 – Rio dos Matos, próximo à mina do Boi Morto



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Sua Bacia Hidrográfica possui uma área de 1.868,95 km², distribuída na zona rural dos municípios de Batalha, Barras, Piracuruca, Brasileira, Piripiri, Lagoa de São Francisco e Pedro II. Na figura 15 pode-se observar a bacia hidrográfica do rio dos Matos, suas drenagens, o Modelo Digital de Elevação (MDE) destacando o alto curso deste rio e a localização das nascentes estudadas no mapa plani-altimétrico.

As nascentes do rio dos Matos estão localizadas ao Norte da cidade de Pedro II e encontram-se nas localidades Boi Morto, Santo Antônio, Serra dos Matões, São João e Mangabeira. Foram registrados 157 pontos durante os trabalhos de campo, dos quais 15 nascentes. As principais estão situadas na escarpa erosiva com formato côncavo, semelhante a um anfiteatro, onde são encontrados vários sítios da localidade Santo Antônio.

O acesso a partir da cidade de Pedro II é feito pela rodovia municipal que leva ao povoado Serra dos Matões, num percurso de aproximadamente 3,8 km até o chafariz municipal. Neste ponto atravessa-se o campo de futebol para pegar a antiga ladeira, através da qual se chega às diversas nascentes.

Na escarpa oeste da Serra dos Matões, em direção à na localidade Santo Antônio, a meia encosta, com cotas altimétricas entre 645 e 625 metros, estão localizadas as nascentes Principal e da Santa; suas surgências são do tipo ponto fixo, associadas a zonas de fraturas e falhas geológicas verticais, que seccionam os arenitos porosos e permeáveis (aquíferos) da Formação Cabeças. Com a continuidade do caminhamento, descendo a trilha da ladeira em direção ao vale do rio dos Matos, a partir da altitude de 600 até 550 metros, as nascentes se caracterizam por serem ora do tipo ponto fixo, associadas às falhas e fraturas verticais e/ou horizontais

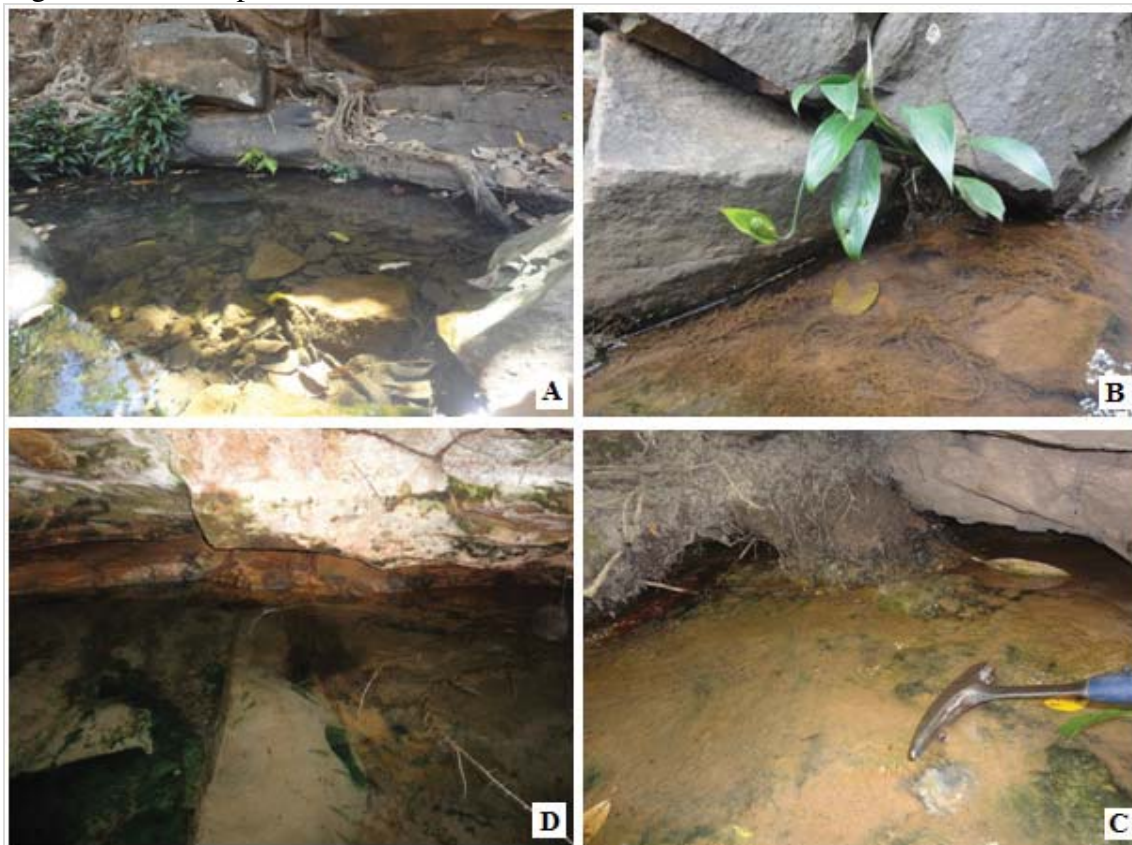
contidas em arenitos; ora encontram-se na base do colúvio formado por blocos e matacões de arenito em meio a uma matriz constituída de sedimentos arenosos; ora as nascentes são do tipo difuso, formando áreas embrejadas, de onde afloram inúmeras nascentes. Esse terceiro conjunto de nascentes está situado estratigraficamente nas proximidades da zona de contato entre a base do arenito e/ou colúvio com o topo da soleira de diabásio, localmente formando acumulações favorecidas pela impermeabilidade dessa rocha ígnea.

O conjunto de nascentes situada em meia encosta apresenta a montante, relevo com declividade elevada, superiores a 45° (quarenta e cinco graus), vegetação bem preservada, onde destacam-se espécies da flora nativa como Araçá, Aroeira, Angico branco, Angico preto, Buriti, Catingueira, Cedro, Gameleira, Guabiraba, Ingá, Jatobá, Jenipapo, Marfim, Pajeú, Pequiá, Pau d'arco e Pitomba, enquanto nas margens dos riachos a jusante destas nascentes predominam as mangueiras (*Mangífera indica*), exóticas. Essas nascentes, com destaque para a nascente Principal, são fontes alternativas de água para os habitantes do povoado Serra dos Matões, que recorrem às mesmas quando o sistema de bombeamento do poço tubular que abastece o chafariz público entra em pane. Foram identificados diversos sistemas rústicos de captação que levam água diretamente dos pontos de surgência para as sedes dos sítios situados no vale do rio dos Matos, com usos múltiplos, tais como: lazer, irrigação, dessedentação animal e consumo humano, o que gera, por vezes, conflitos entre os diversos usuários, em função de desvios e barramentos. Na propriedade da d. Lourdinha, foi avaliada somente a área embrejada com inúmeras nascentes difusas em meio ao colúvio que fica no limite desta com a propriedade do sr. Abimael (Figura 16).

Perfis geológicos desde o alto da Serra dos Matões até o canal do rio dos Matos mostram a relação direta entre litologias, lineamentos e surgências. As nascentes com maiores vazões estão situadas nos locais onde lineamentos seccionam os arenitos da Formação Cabeças, um dos principais aquíferos da bacia Sedimentar do Parnaíba. Outras, principalmente aquelas próximas ao contato do arenito com o diabásio, contém ferro em solução, precipitando-o logo após entrar em contato com o oxigênio atmosférico, vindo a formar as “capas róseas” (Figuras 17 e 18). As diversas nascentes localizadas na base do colúvio e aquelas próximas ao contato do arenito com o *sill* de rocha ígnea básica têm sua destinação essencialmente voltada para dessedentação animal e irrigação, apresentando em geral, áreas de preservação permanente impactadas por antigos desmatamentos relacionados com plantios de cana-de-açúcar, dos engenhos

que existiam na região até os anos 70 e demais culturas de subsistência (milho, feijão, arroz). Atualmente, o local encontram-se em diferentes estágios de sucessão ecológica, em processo de recuperação de sua mata, que ocorre em função do declínio da atividade canavieira.

Figura 15 – Principais nascentes do rio dos Matos na encosta oeste da Serra dos Matões.



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Nascente Principal; (B) Detalhe da nascente Principal;
(C) Nascente da Santa; (D) Nascente da Grota Velha.

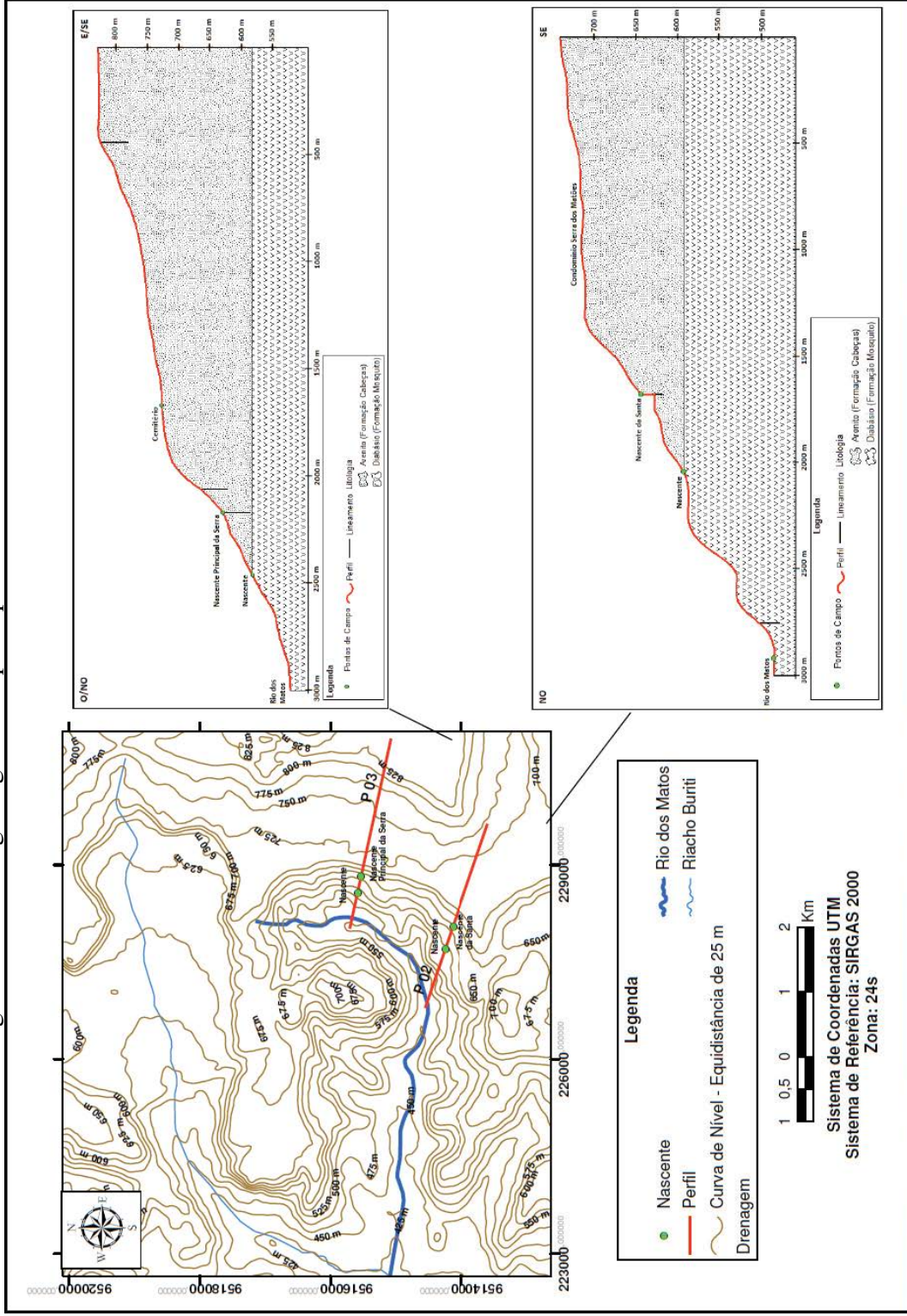
Figura 16 – Água com grande quantidade de ferro dissolvido, com precipitação do mesmo e tingimento na cor laranja dos afloramentos de arenito a jusante da nascente



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

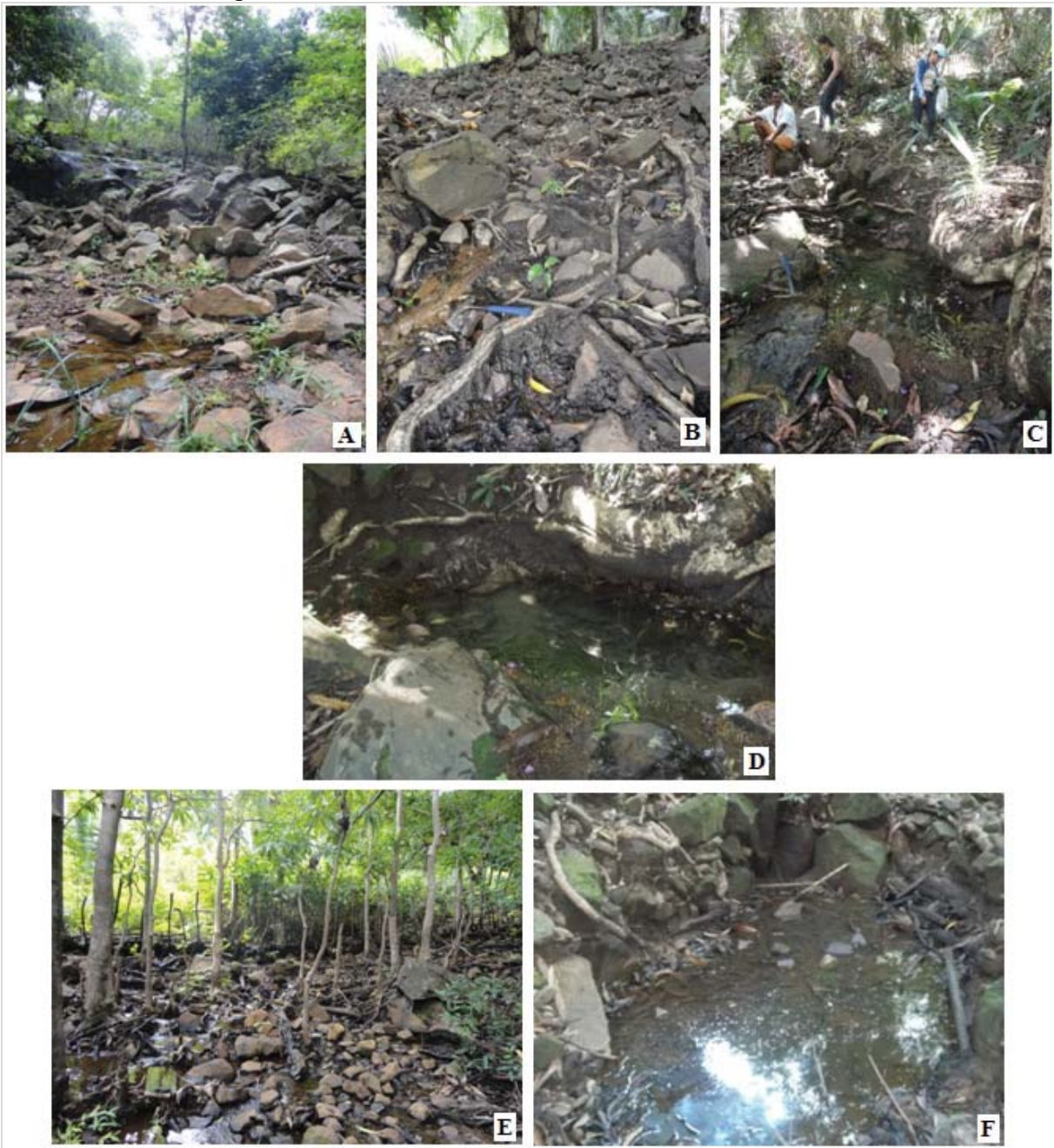
Notas: (A) e (B) : Nascentes do Rio dos Matos, sem denominação.

Figura 17 – Perfis geológicos das principais nascentes do rio dos Matos



Fonte: INPE (2013); Organização: Érico Rodrigues Gomes. Geoprocessamento: Benvenuto Santiago e Inessa Araújo

Figura 18 – Diversas nascentes situadas na base da encosta da Serra dos Matões em meio aos blocos que formam o colúvio constituído de blocos de arenitos e matriz arenosa



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A), (B), (C), (D), (E) e (F): Nascentes da Serra dos Matões.

Foi mapeada uma nascente na localidade Boi Morto. O acesso se dá pela estrada que leva até a antiga mina de opala de mesmo nome, onde se observa um gigantesco desmonte mecânico da Serra, realizado pelas empresas de mineração que exploraram a opala entre os anos 60 e 80. Essa grande quantidade de estéril, constituído essencialmente por fragmentos de arenitos, siltitos, lateritas e sedimentos arenosos a areno-argilosos foi deslocada em direção ao vale do rio dos Matos e está posicionada acima da soleira de diabásio que aflora em toda a

região (Figura 20). No contato entre este grande pacote de rejeitos constituídos de sedimentos inconsolidados e o topo do diabásio, surgiu uma nascente pontual, resultante da interseção do lençol freático com a encosta, a qual tem sua água usada pelos garimpeiros para lavar o material produto da lavra manual, previamente peneirado e selecionado, num processo rudimentar de separação e catação da opala (Figura 21).

Figura 19 – Vista geral da frente de lavra da mina do Boi Morto



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Figura 20 – Nascente no garimpo



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Uma nascente foi registrada na localidade Mangabeira, denominada de Lagoinha. O acesso a essa localidade ocorre por uma estrada municipal sem revestimentos. Cerca de 400 m antes de chegar a esse povoado, na margem esquerda da estrada, avista-se a nascente. Caracteriza-se por ser uma região plana, dominada pela existência de coberturas arenosas, quartzosa, de coloração branca, granulação fina, resultante do intemperismo e erosão atuante nos arenitos da Formação Cabeças. São várias nascentes pontuais próximas umas das outras, que afloram através de fraturas existentes no arenito da Formação Cabeças. Sua água é usada para o consumo humano, dessedentação animal, lazer, banho e a atividades domésticas (Figura 22).

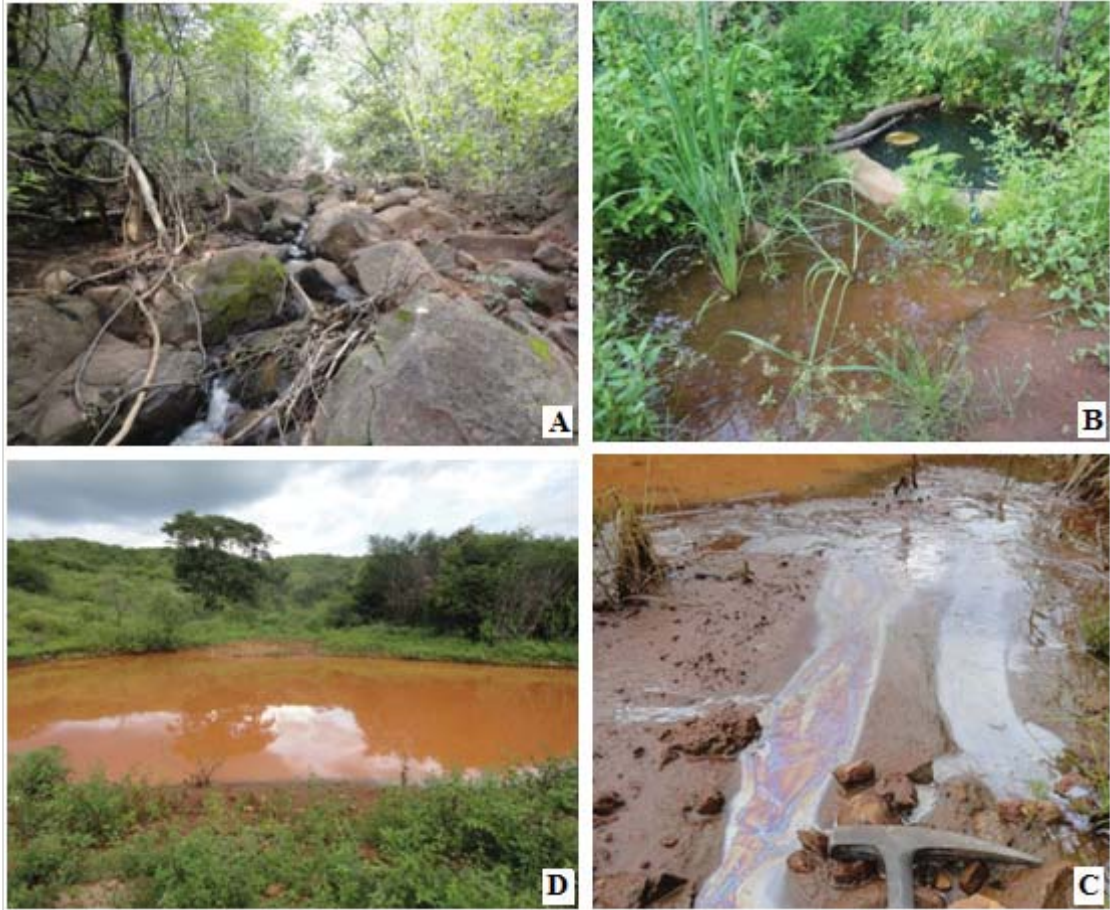
Figura 21 – Nascente em fratura do arenito Cabeças



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Também foram mapeadas as nascentes do riacho Buriti, um importante afluente da margem direita do alto curso do rio dos Matos, situadas na localidade São João. O acesso ocorre por uma trilha usada pelos moradores da região para pegar água. Foram agrupadas em: pontual, tendo sido escavada pelos habitantes do lugar para facilitar a captação da água; difusas, formada por inúmeras nascentes que afloram na zona de contato do arenito com o diabásio intrusivo, sendo represados num pequeno açude que tem sua água usada para dessedentação de animais (Figura 23). Esse riacho possui em seu leito as cachoeiras do Véu de Noiva e Salto Liso, importantes destinos ecoturísticos da região.

Figura 22 – Riacho Buriti



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Blocos de arenitos no canal do riacho Buriti;

(B) Principal nascente do riacho Buriti;

(C) Diversas nascentes difusas no contato do arenito com o diabásio;

(D) Açude formado pelo represamento da água das nascentes difusas.

7.1.2.1 Impactos ambientais nas nascentes do rio dos Matos

Um total de 15 nascentes distribuídas pelas localidades Boi Morto (garimpo de opala), Santo Antônio e Serra dos Matões (Pascal, Principal, Santo Antônio, da Palha, Grota Velha, na Cava de opala, Dona Lourdinha, do Abimael, Grota Gramuré, Santa e nascente do açude), São João (cacimba e açude) e Mangabeira, foram visitadas durante os trabalhos de campo. Os impactos ambientais registrados durante as visitas são descritos a seguir:

Numa perspectiva histórica, as nascentes do rio dos Matos encontradas nas localidades Santo Antônio, Serra dos Matões e São João apresentam em comum o fato de terem sido desmatadas para o plantio de cana-de-açúcar com a finalidade de produção de açúcar,

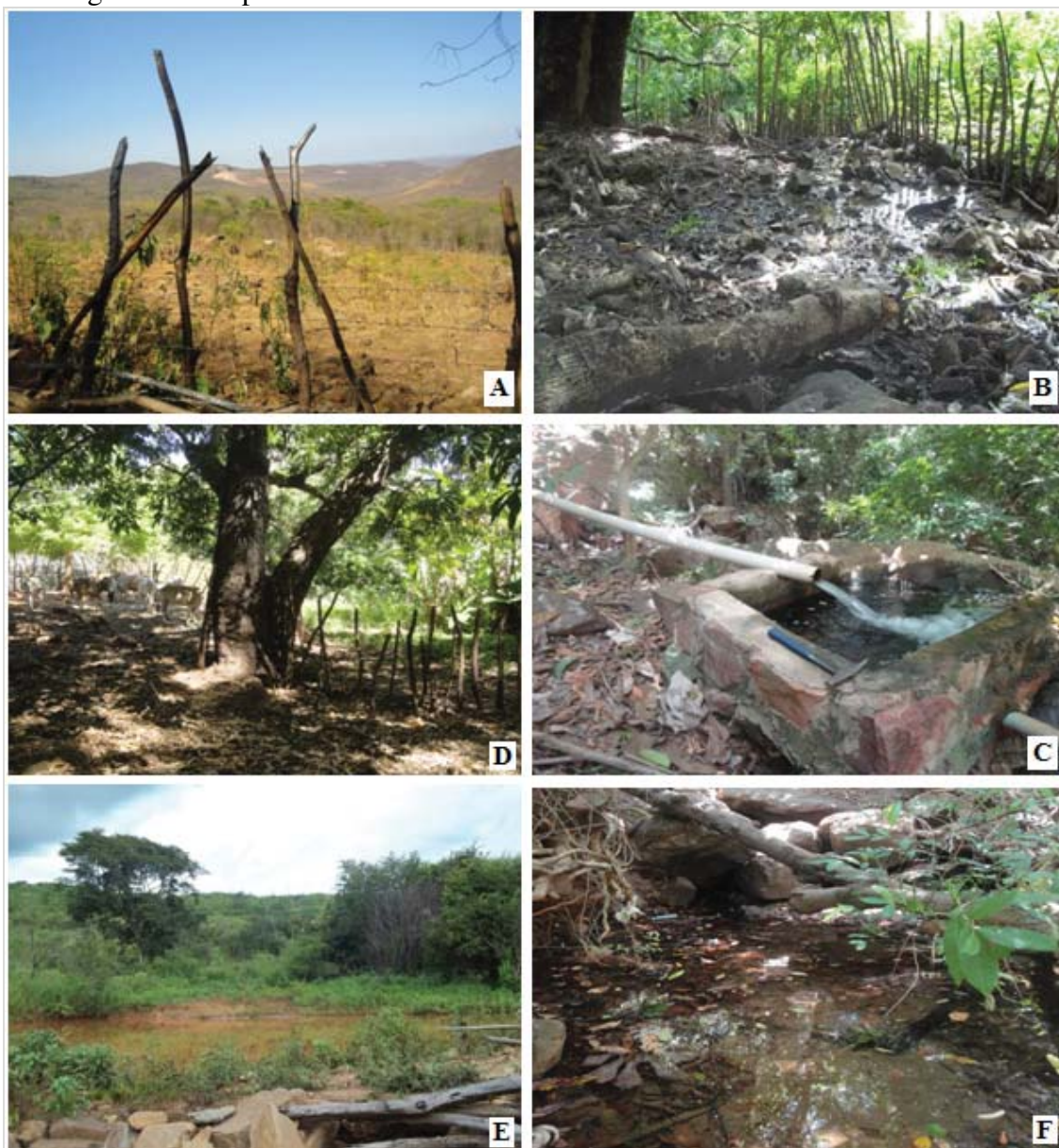
cachaça, rapadura e mel de cana. O abandono dessa atividade econômica favoreceu ao lento processo de regeneração natural da flora, interrompido pelos recentes desmatamentos para o plantio de culturas de subsistência dos agricultores locais, especialmente mandioca, milho e feijão.

Nessas nascentes podem ser observados desmatamentos, queimadas, destruição de habitats, afugento da fauna, perda da biodiversidade, processos erosivos, perda da camada rica em húmus, modificação da geomorfologia local, alteração paisagística, barramentos, desvio no curso da água, canalização parcial e/ou total da água, assoreamentos, alteração na qualidade da água, pisoteio e compactação do solo, canalização e desvio da água (para irrigação, lazer, dessedentação animal e consumo humano), conflito entre usuários, acesso intensivo de animais às nascentes, presença de resíduos sólidos no entorno e no interior das nascentes, cultivo de espécies exóticas (frutíferas e ornamentais).

A proximidade dos povoados Serra dos Matões e São João, os quais não têm saneamento básico, contribui para a contaminação por resíduos sólidos (principalmente plásticos) e esgotos domésticos, carregados pelas águas pluviais. A implantação dos núcleos urbanos acima, de loteamentos imobiliários, cemitérios, diversas chácaras e sítios, criação de pequenos animais e matadouros, cultivo de espécies exóticas (frutíferas e ornamentais) completam o cenário de ações antrópicas impactantes (Figuras 24 a 31).

Nas nascentes encontradas estratigraficamente acima da soleira de diabásio, em geral a água apresenta um “odor de ferrugem”. Imediatamente a jusante das mesmas, ocorre a precipitação de oxi-hidróxidos de ferro, imprimindo à superfície uma coloração rósea a alaranjada, conhecida localmente como “capa rósea” (Figura 17).

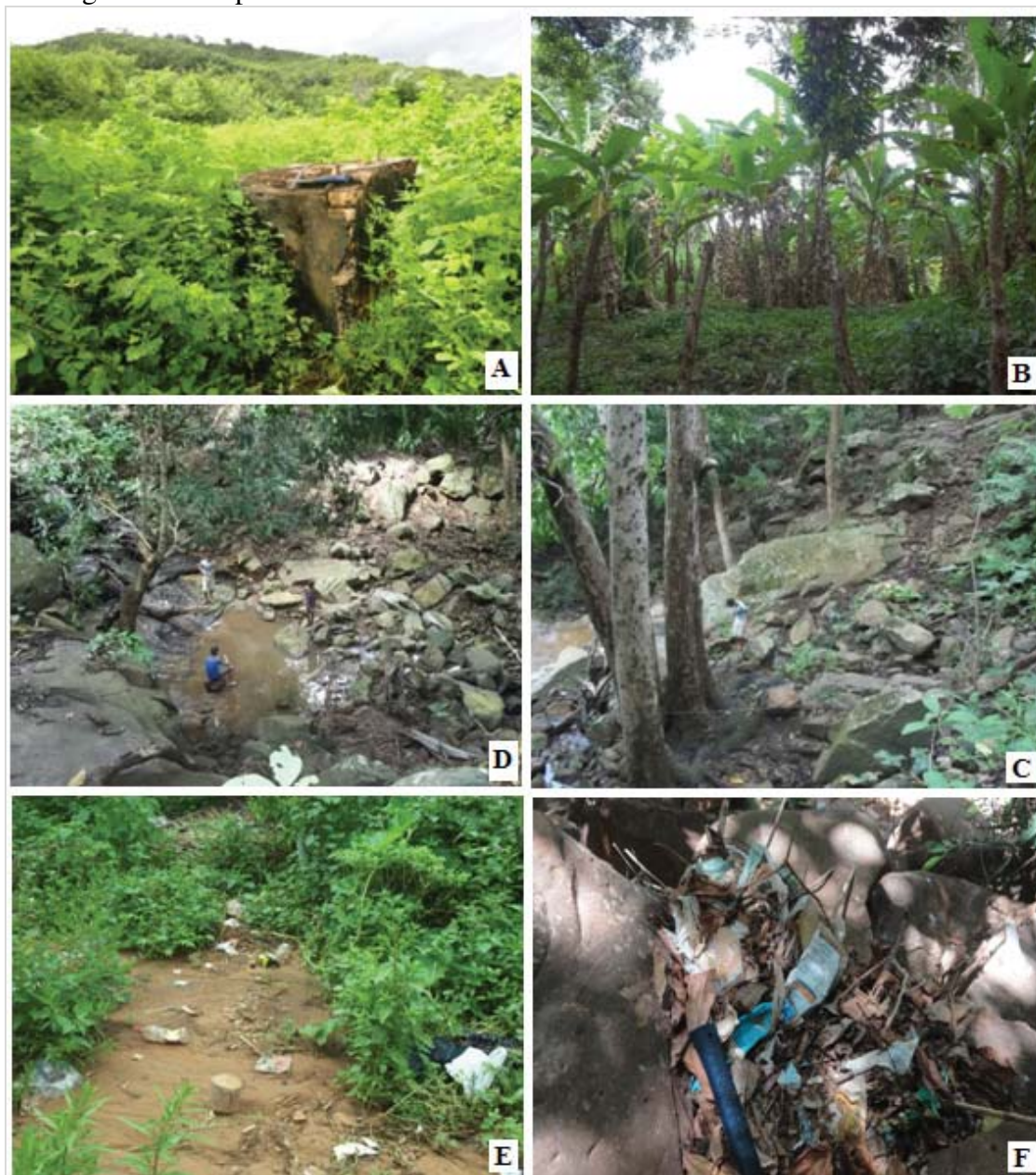
Figura 23 – Impactos ambientais identificados nas nascentes do rio dos Matos.



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

- Notas: (A) Desmatamento e queimada em APP;
 (B) Pisoteio, compactação solo e excrementos;
 (C) Desvio de parte da água e construções;
 (D) Presença do gado na APP;
 (E) Barramento, desvio total da água;
 (F) Resíduos sólidos dentro da nascente e na APP.

Figura 24 – Impactos ambientais identificados nas nascentes do rio dos Matos.



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A): Área desmatada em regeneração, detalhe da fundação de antigo engenho;

(B) Cultivo de bananas;

(C) Encosta e APP sem cobertura vegetal;

(D) Turismo e recreação sem controle;

(E) e (F) Resíduos sólidos no entorno de nascentes.

Figura 25 – Impactos ambientais identificados nas nascentes do rio dos Matos, destacando a turbidez e cor da água.



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Nascente do Abimael;

(B) Água proveniente da nascente encontrada na propriedade da D. Lourdinha.

A nascente encontrada no garimpo de opala do Boi Morto, na área titulada pela Cooperativa de Garimpeiros de Pedro II - em meio ao antigo estéril e rejeito da atividade de extração de opala - tem a sua APP totalmente desmatada, com intenso processo erosivo no entorno e dentro da nascente, com assoreamento, alteração na qualidade da água, barramento, presença de resíduos sólidos no interior e entorno, presença de garimpeiros na nascente, grande turbidez na água e uso intensivo da água pelos garimpeiros para a lavagem e catação manual das opalas (Figura 27).

Figura 26 – Impactos ambientais identificados nas nascentes do rio dos Matos, no garimpo do Boi Morto



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Pequeno barramento da água, que é usada para lavagem do minério;

(B) Água após o uso pelos garimpeiros.

A nascente encontrada nas proximidades do povoado Mangabeira apresentava sua APP desmatada, tendo sido registrados diversos resíduos no seu entorno, principalmente aqueles resultantes da atividade das lavadeiras. Neste local, o arenito da formação Cabeças apresenta uma granulação fina, facilitando a ação erosiva e o assoreamento do canal fluvial (Figura 28).

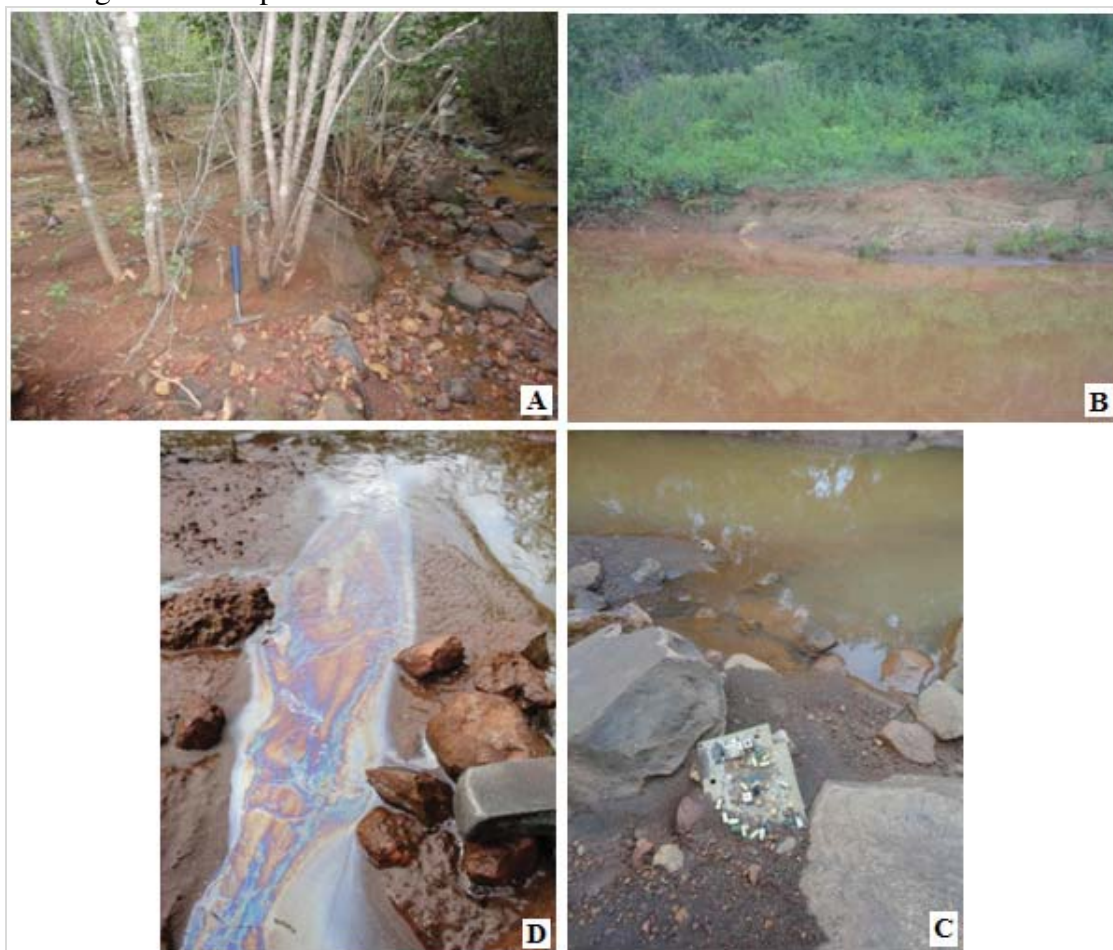
Figura 27 – Vista geral da nascente do povoado Mangabeira, destacando o desmatamento de sua APP



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

As duas nascentes do riacho Buriti têm em comum o desmatamento e vestígios de queimadas em suas APPs para implantação de roçados com cultivos de subsistência (milho, feijão, melancia e abóbora). Na primeira nascente, a água é usada para o consumo humano, tendo sido escavada, manilhada e cimentada em seu entorno para facilitar a sua captação. A segunda nascente, formada por inúmeras surgências que brotam na zona de contato do arenito com o diabásio intrusivo, formando uma área embrejada, é represada formando um pequeno açude. Sua água é turva, de coloração avermelhada pela grande quantidade de argilas (oriundas do saprólito resultante da alteração da camada superior do diabásio), que são carregadas para o corpo d'água. Apresenta erosão em suas margens, assoreamento e presença de muitos resíduos sólidos no entorno. É usada para dessedentação de animais. Frequentemente observa-se o fenômeno da “capa rósea”. Há uma estrada sem revestimento e com feições erosivas através da qual se dá o acesso dos moradores do povoado São João para estas nascentes (Figura 29).

Figura 28 – Impactos ambientais identificados nas nascentes do riacho Buriti.



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Rebrota após desmatamento e queimada;
 (B) Erosão do solo, assoreamento do açude e turbidez;
 (C) Resíduos sólidos;
 (D) Destaca precipitação ferro e erosão solo.

A nascente da Santa está associada a lineamentos que seccionam os arenitos da formação Cabeças. No local foi construída uma mureta que retém a água, encoberta por uma tela fina, tipo “sombrite”. Toda a sua vazão é desviada através de tubulações e direcionada para a sede do imóvel rural (sítio), onde é usada na irrigação contínua de árvores frutíferas, lazer e consumo humano. A montante do local da nascente sua APP encontra-se preservada. A jusante, a mesma encontra-se parcialmente desmatada (Figura 30).

Figura 29 – Impactos ambientais identificados nas nascentes do rio dos Matos, na nascente da Santa



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Barramento e desvio total da água;

(B) Irrigação; (C) Erosão com exposição de raízes associada à irrigação de frutíferas.

Cerca de 600 metros depois desta nascente, há um pequeno açude com características semelhantes àquele encontrado no riacho Buriti. Está situado na zona de contato dos arenitos porosos, permeáveis, com o topo da soleira de diabásio, impermeável, que aflora na forma de grandes blocos e matacões arredondados (exibindo esfoliação esferoidal), encontrados em torno deste corpo hídrico (Figura 31).

Figura 30 – Impactos ambientais identificados nas nascentes do rio dos Matos, no açude



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

No local, encontram-se diversas nascentes, difusas, dando um aspecto de brejo a essa área. Toda sua APP está desmatada, apresenta grande turbidez, acesso direto de animais, erosão, compactação do solo, grande quantidade de macrófitas aquáticas. A jusante desse ponto, no mesmo vale, encontram-se cultivos de capim, cana de açúcar e um antigo engenho movido à tração animal.

7.1.3 Nascentes do rio Caldeirão

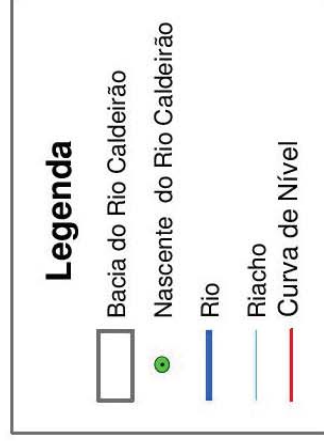
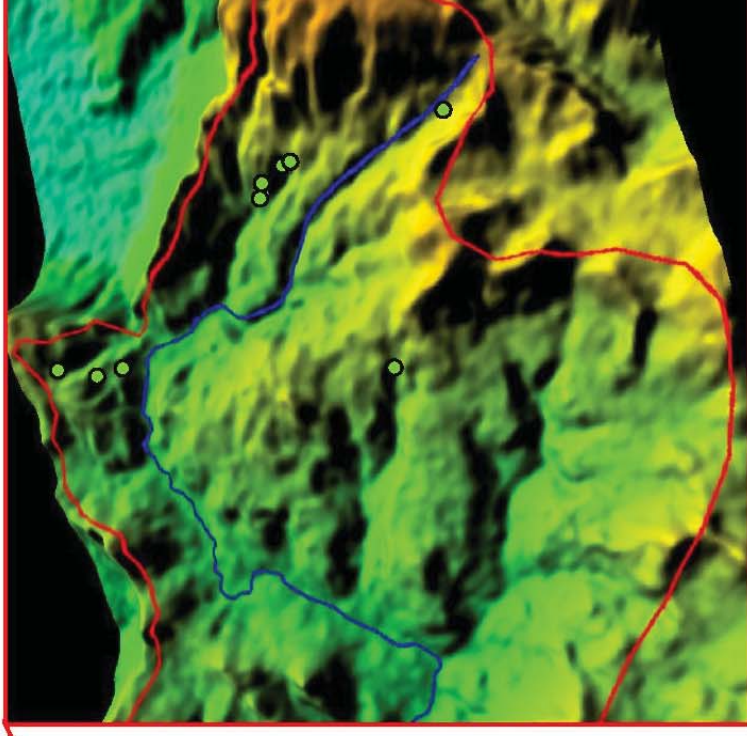
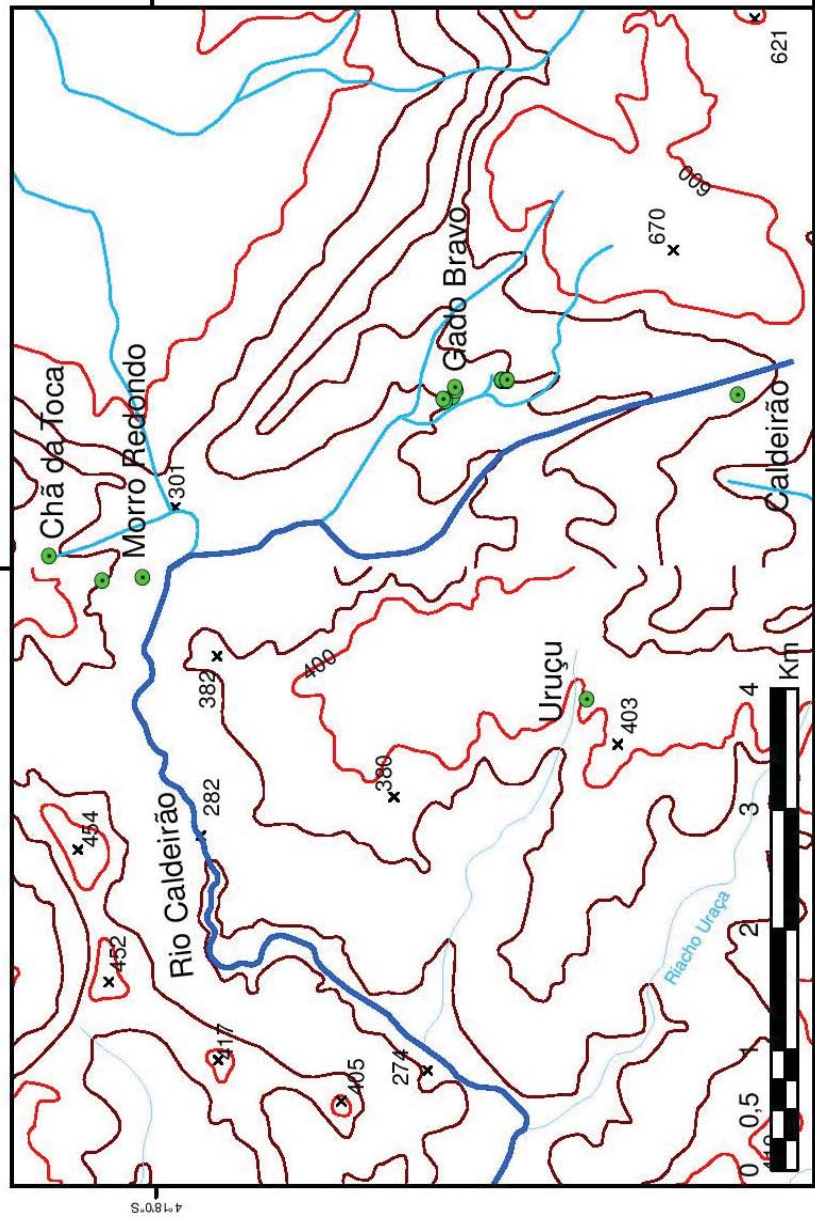
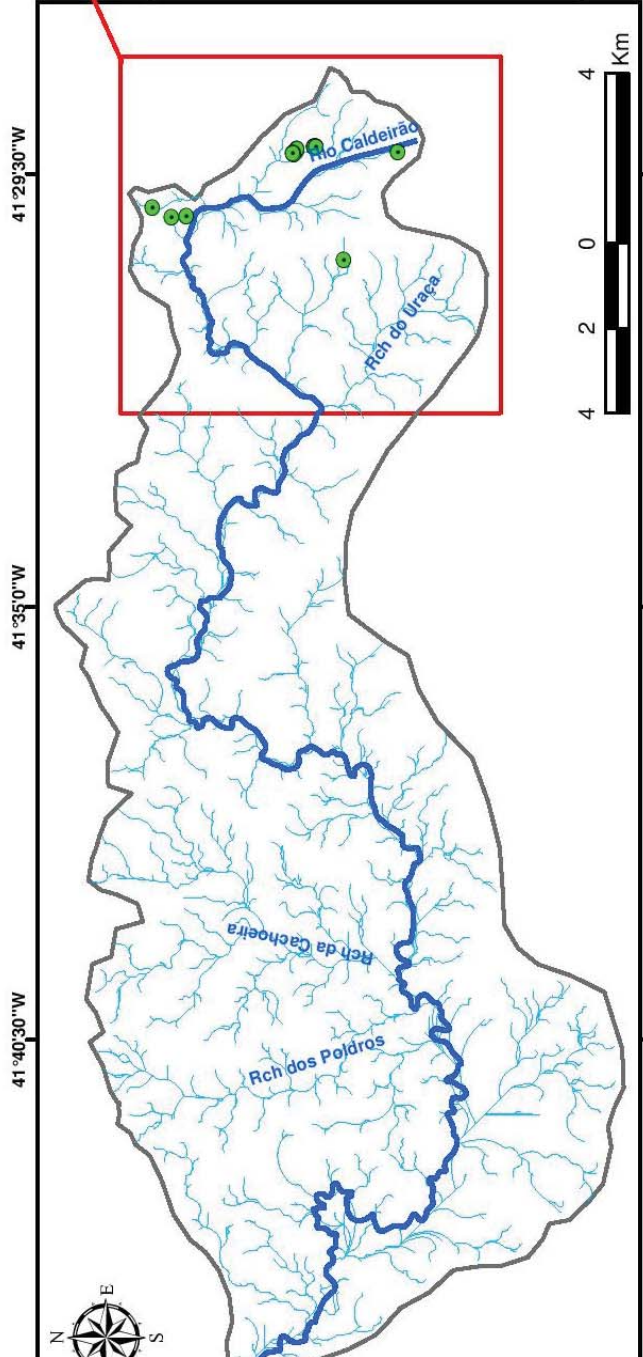
O rio Caldeirão possui 58,88 km de extensão e é represado no município de Piripiri, formando o açude homônimo, com um volume armazenado atual de 54.600.000 m³. Tem sua foz na margem direita do rio dos Matos, próximo a zona urbana da cidade de Piripiri. A Bacia Hidrográfica desse rio possui uma área de 230,91km², situada entre as Bacias Hidrográficas dos rios Piracuruca e dos Matos, abrangendo áreas dos municípios de Piripiri, Lagoa de São Francisco e Pedro II (Figuras 32 e 33).

Figura 31 – Rio Caldeirão na localidade Caldeirão



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

BACIA DO RIO CALDEIRÃO



Sistema de Coordenadas Geográficas
 Sistema de Referência: SIRGAS 2000
 Folhas: Pedro II SB.24 V-A-II e
 Piripiri SB.24 V-A-I

As nascentes do rio Caldeirão estão localizadas a Norte-Noroeste da cidade de Pedro II, nas localidades Caldeirão, Uruçú, Gado Bravo, Morro Redondo e Chã da Toca. Durante as atividades de campo foram georreferenciados 84 pontos, dos quais 12 são nascentes. As principais estão situadas na localidade Gado Bravo, nas escarpas a oeste da Serra dos Matões, que localmente recebe a denominação de Serra do Gado Bravo, e se inserem em várias propriedades particulares. Saindo da cidade de Pedro II o acesso pode ser feito através dos povoados Cabeceiras, Nazaré, Palmeira dos Soares e Gado Bravo ou Cantinho, Formiga, Palmeiras dos Soares e Gado Bravo. A partir dessa localidade, percorre-se uma trilha até a área de estudo. No Modelo Digital de Elevação pode-se visualizar o alto curso do rio Caldeirão e a distribuição espacial das nascentes estudadas (Figura 33).

O conjunto dessas nascentes forma o brejo do Gado Bravo, que caracteriza-se por apresentar solo encharcado, numa região de transição entre as faixas com índices pluviométricos entre 1.000 a 1.400 mm (Figuras 34 e 03), onde são encontradas diversas nascentes pontuais – principalmente em fraturas e/ou falhas com direção geral N120° e extensas áreas com nascentes difusas – estratigraficamente situadas numa zona de contato entre os arenitos da formação Cabeças e os siltitos associados à formação Pimenteiras - que formam veredas laudeadas de buritis, ora interrompidas pelos mangueirais.

Figura 33 – Vista geral do Brejo do Gado Bravo



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Essas nascentes localizadas nas cotas topográficas mais elevadas, com altitudes em torno de 420 a 440 metros, são caracterizadas como de ponto fixo e vazões altas, com surgências principais nas fraturas e/ou falhas no arenito da Formação Cabeças, sofrendo pequenos barramentos feitos pelos moradores da região, a partir dos quais as águas são captadas e canalizadas em direção aos povoados Gado Bravo, Jenipapeiro, Palmeira dos Soares, Saco dos Soares e demais residências do entorno, para consumo humano, dessedentação animal e irrigação, escoando continuamente, por gravidade (Figura 35).

Figura 34 – Nascentes do rio Caldeirão, localidade Gado Bravo



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Área de nascentes com vegetação preservada;

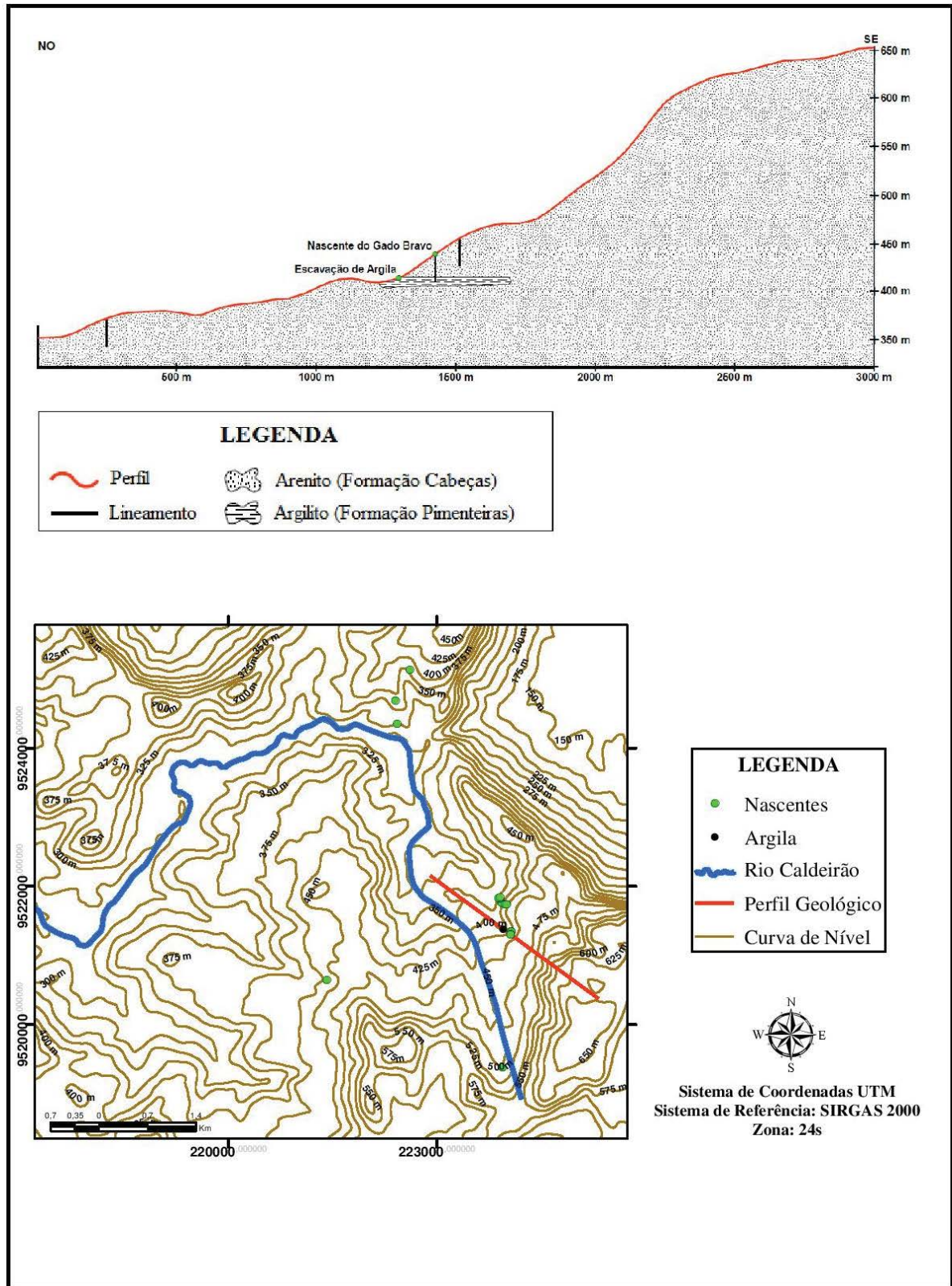
(B) Nascente Bom Princípio;

(C) Nascente com precipitação de ferro;

(D) Pequeno barramento; (E) Nascente Principal; (F) Nascente na rocha.

Localmente, perto da margem esquerda de um dos inúmeros pequenos riachos, a 400 metros de altitude, pode ser observada numa escavação, a presença de camadas de siltitos e argilitos, cor amarelada, posicionada estratigraficamente abaixo da camada de arenito e acima da qual são encontradas as nascentes difusas (Figuras 36 e 37).

Figura 35 – Perfil geológico da Serra do Gado Bravo destacando a localização das nascentes e a ocorrência de argila



Banco de dados: INPE (2013); Organização: Érico Rodrigues Gomes. Geoprocessamento: Benavenuto Santiago e Inessa Araújo.

Figura 36 – Cava usada para extração de argila no brejo do Gado Bravo



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Situadas na extremidade Norte da Serra do Gado Bravo, em seu flanco oeste, foram estudadas as nascentes da localidade Morro Redondo, enquanto na Chã da Toca, a nascente está no flanco leste da mesma. Todas têm finalidade de consumo humano e dessedentação animal (Figura 33).

Duas nascentes foram georreferenciadas no povoado Morro Redondo. A principal apresenta sua surgência na base do colúvio formado de blocos de arenitos, estando estratigraficamente sobre uma camada de argila, posicionada na cota de 316 metros (a surgência aflorou nesta cota após um grande escorregamento de terra). Na outra nascente foram identificadas diversas fraturas em afloramentos de arenitos de granulação fina, creme, encontrados acima de uma camada de argilito, com altitude de 356 metros (Figura 38).

Figura 37 – Nascentes do rio Caldeirão, localidade Morro Redondo



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Detalhe da nascente 1; (B) Vista da nascente 2.

No povoado Chã da Toca a nascente registrada está na base de uma encosta muito íngreme caracterizada pela presença de um grande colúvio contendo blocos métricos de arenitos. Há um barramento para aumentar o volume de água da nascente, que está posicionada sobre uma camada de siltitos, numa altitude de 356 metros (Figura 39).

Figura 38 – Nascentes do rio Caldeirão, localidade Chã da Toca



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Vista geral da área onde se encontra a nascente e sua cobertura;
(B) Detalhe da nascente e turbidez da água.

Ao sul do povoado Palmeira dos Soares, na localidade Uruçú, à meia encosta num domínio coluvionar de blocos decimétricos a métricos de arenitos, foi identificada uma nascente no leito de um pequeno riacho com direção leste-oeste, onde afloram arenitos com fraturas com direção norte-sul e falhas paralelas entre si. É de ponto fixo, represada pelos afloramentos de arenitos, formando um acúmulo inicial que facilita a captação para consumo humano e dessedentação animal (Figura 40).

Figura 39 – Nascentes do rio Caldeirão, localidade Uruçú



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Vista geral da área onde se encontra a nascente;
(B) Detalhe das fraturas nos arenitos.

A partir do povoado Uruçú, deslocando-se para leste-sudeste, chega-se na região denominada de Caldeirão, onde tem início o vale do rio de mesmo nome. Nesse local pode se observar uma nascente escavada no leito deste rio. A montante da mesma, no

mesmo canal fluvial encontra-se uma extensa área com nascentes difusas e pontuais, conferindo um caráter de brejo para essa área, que é usada para dessedentação animal. Nas proximidades, foi identificada a presença da soleira de diabásio, rocha intrusiva na base dos arenitos da formação Cabeças (Figuras 41 e 42).

Figura 40 – Nascentes do rio Caldeirão, localidade Caldeirão



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

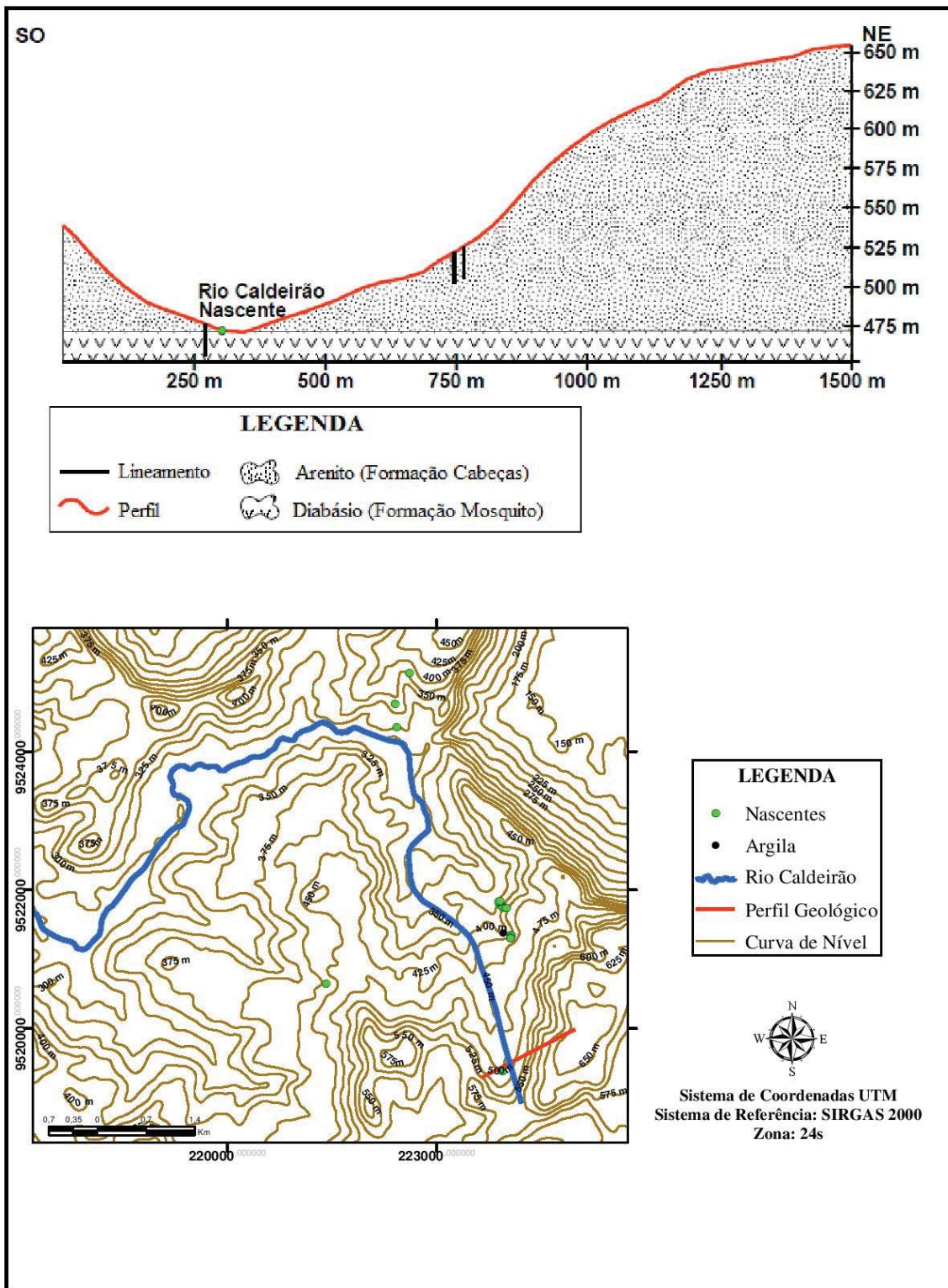
Notas: (A) Ocorrência de diabásio em blocos arredondados;

(B) Vista geral da área onde se encontra a nascente com cobertura de palha;

(C) Rio Caldeirão com diversas nascentes em meio a vegetação fechada, blocos de arenito e diabásio.

Numa outra área a jusante deste ponto, denominada de Saco dos Soares, são registradas nascentes nas imediações do canal fluvial, com barramentos e canalização por gravidade para as residências da localidade Caldeirão, situadas nas proximidades, cujas águas são utilizadas para consumo humano, irrigação e dessedentação animal.

Figura 41 – Perfil geológico mostrando a localização da nascente na localidade Caldeirão e a presença da soleira de diabásio, acima da qual são encontradas as nascentes



Banco de dados: INPE (2013); Organização: Érico Rodrigues Gomes. Geoprocessamento: Benavenuto Santiago e Inessa Araújo.

7.1.3.1 Impactos ambientais nas nascentes do rio Caldeirão

Foram estudadas 12 nascentes, encontradas nas localidades Caldeirão, Uruçú, Gado Bravo, Morro Redondo e Chã da Toca (Figura 33). Desse conjunto, destacam-se as nascentes do Gado Bravo, tanto pela sua grande vazão como pela canalização parcial das mesmas, levando água para o consumo humano em centenas de casas distribuídas nos povoados Jenipapeiro, Gado Bravo, Saco dos Soares e Palmeira dos Soares. Segundo o depoimento do Presidente da Associação de Moradores da Palmeiras dos Soares, existem 16 tubulações que captam e distribuem água das nascentes, a partir de pequenos barramentos que tem a função de propiciar um acúmulo inicial visando facilitar sua captação (Figura 43). Além do abastecimento mencionado acima, esse conjunto de nascentes tem grande importância no fornecimento de água para dezenas de fazendas e comunidades situadas em suas margens até o açude Caldeirão – o qual é usado para regular e perenizar a vazão do rio dos Matos, irrigação, piscicultura e abastecimento público – o que o torna seu principal manancial.

Nos povoados diretamente abastecidos por essas nascentes, como Palmeira dos Soares e Gado Bravo, há uma mobilização das comunidades que são beneficiadas pela água, visando a recuperação e preservação das mesmas. Na principal nascente da região, uma antiga clareira aberta na área de preservação permanente, com desmatamento para implantação da agricultura de subsistência, queimada, afugento da fauna, perda da biodiversidade, instalação de processos erosivos, pisoteio de animais, compactação do solo e perda da camada superficial de húmus, foi cercada e está sendo revegetada com espécies da vegetação nativa, já apresentando estágios avançados de sucessão ecológica. Após essa supressão da vegetação, as nascentes localizadas nesta área desmatada passaram a apresentar uma alteração na qualidade da água, com a presença de ferro dissolvido, precipitando oxi-hidróxidos de ferro logo após a surgência, acumulando tanto no interior da caixa de captação como em sua saída, uma “capa rósea”, o que confere um leve odor e gosto de “ferrugem” para a água (Figura 43 A). No mesmo lugar, as nascentes que não tiveram sua área desmatada, ainda apresentam suas características naturais, límpidas, cristalinas, sem ferro dissolvido, inodoras. Outra área estava em processo de construção de uma cerca de arame para isolar as nascentes do acesso de animais (Figura 44).

Figura 42 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Caldeirão, no brejo do Gado Bravo I



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Presença de “capa rósea”;

Em (A), (B), (C) e (D) Diversas tubulações que captam parte da água das nascentes.

Figura 43 – Cerca de proteção das principais nascentes do brejo do Gado Bravo

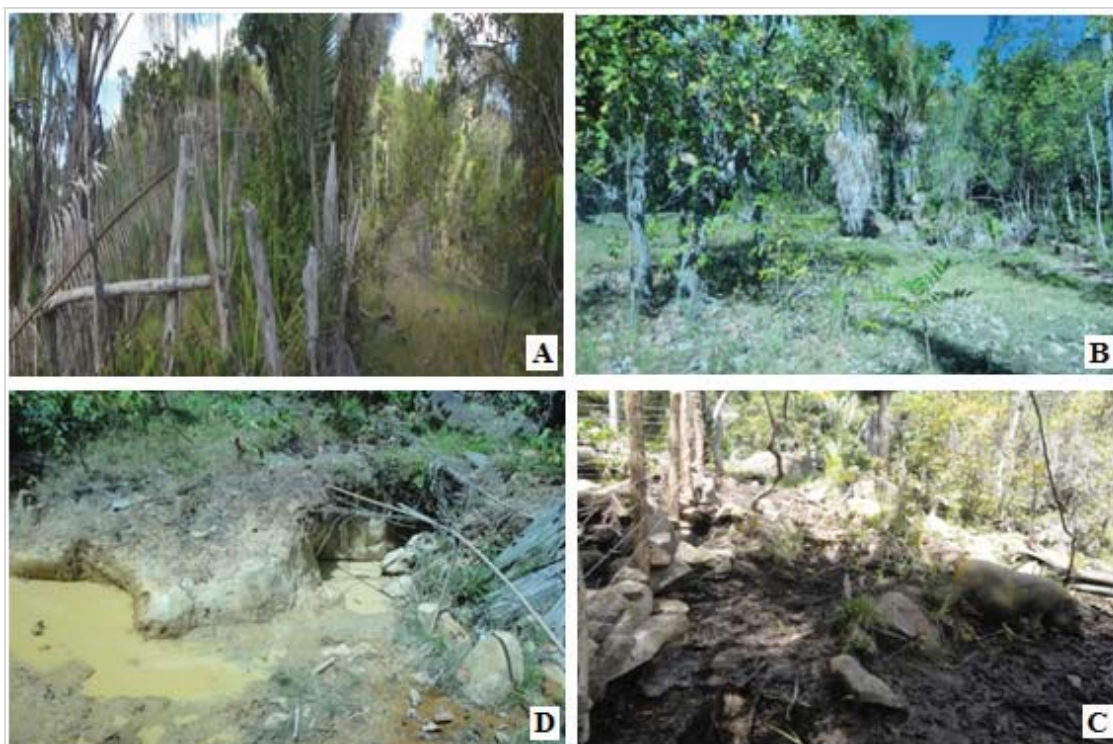


Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Na trilha para se chegar à nascente do Fidélis há uma área cercada, embrejada, com vegetação nativa preservada, onde não foram observados barramentos ou canalizações. Na área aberta, que não está cercada, com livre acesso de pessoas e animais, muitas nascentes difusas secaram; nessa, evidencia-se a compactação do solo, muitas marcas de pisoteio de animais, erosão laminar, desmatamento e perda da biodiversidade, o que chamou a atenção de moradores da região para a recuperação da área e preservação da mesma (Figura 45 A e B).

No local de uma escavação para retirar argila, observa-se a instalação de processos erosivos e turbidez na água. Nessa região, em anos anteriores, houve plantação de cana de açúcar, com desmatamentos, queimadas e perda da biodiversidade local. Na área de brejo com livre acesso de animais, há compactação do solo, fezes, escavações realizadas principalmente pelos suínos em busca de alimentos e contaminação das águas (Figura 45 C e D).

Figura 44 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Caldeirão, no brejo do Gado Bravo II



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) A esquerda da foto, área cercada, protegida. A direita, área desmatada;

(B) Compactação do solo e brejo seco;

(C) Presença de suínos nas imediações das nascentes;

(D) Escavação, erosão e turbidez da água.

Em toda a área onde são encontradas as nascentes é comum a presença de pequenos barramentos, caixas de contenção e armazenamento de água que foram

construídas com o objetivo proteger e facilitar a captação da água pelas tubulações (Figura 46 A a D).

Figura 45 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Caldeirão, no brejo do Gado Bravo III

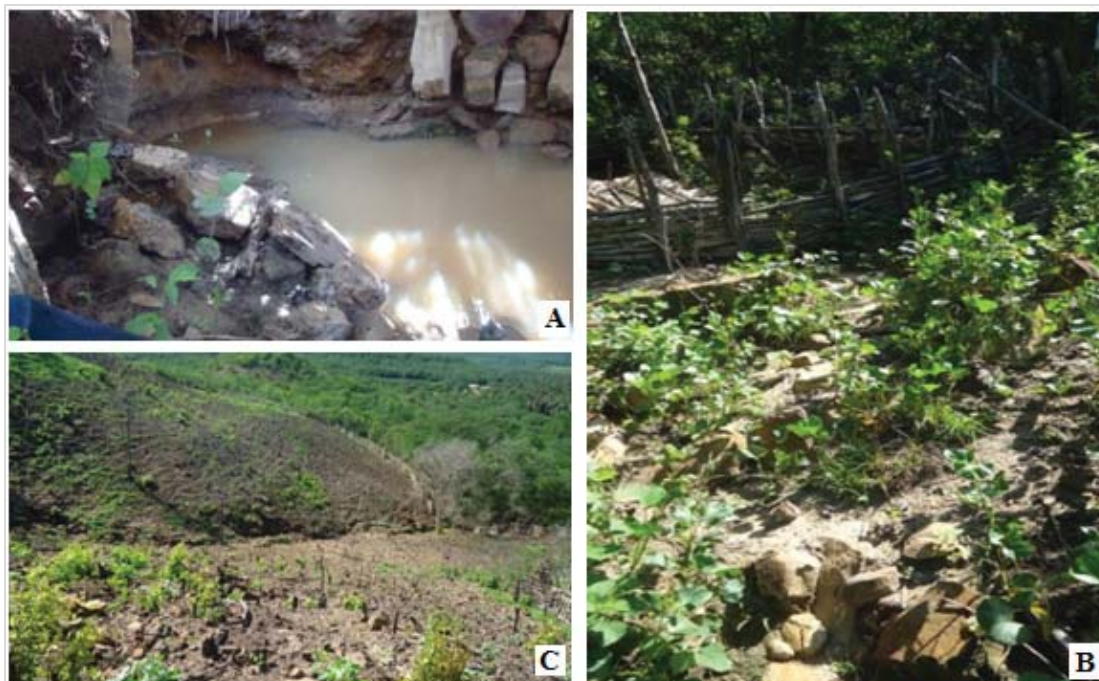


Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A), (B), (C) e (D) Diversas construções encontradas junto às nascentes.

A principal nascente encontrada na localidade Morro Redondo apresenta a montante da mesma, uma encosta íngreme, totalmente desmatada, fato observado num raio superior aos 50 metros da APP, com o objetivo da prática agrícola de subsistência, onde são observadas técnicas rudimentares, exibindo todos os impactos decorrentes dessa ação antrópica, destacando-se as queimadas, perda da biodiversidade, afugento da fauna nativa, produção de carvão vegetal, indução aos processos erosivos, acesso de animais à nascente, pisoteio, intensa erosão em suas margens e nas encostas, queda de barreiras e assoreamento da nascente, turbidez da água pelos sedimentos finos em suspensão, alteração na qualidade da água, escavação no local da nascente, instalação de uma cerca nas imediações e diminuição da vazão (Figura 47).

Figura 46 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Caldeirão, na localidade Morro Redondo



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Erosão, desmoronamento, assoreamento e turbidez na nascente 1;

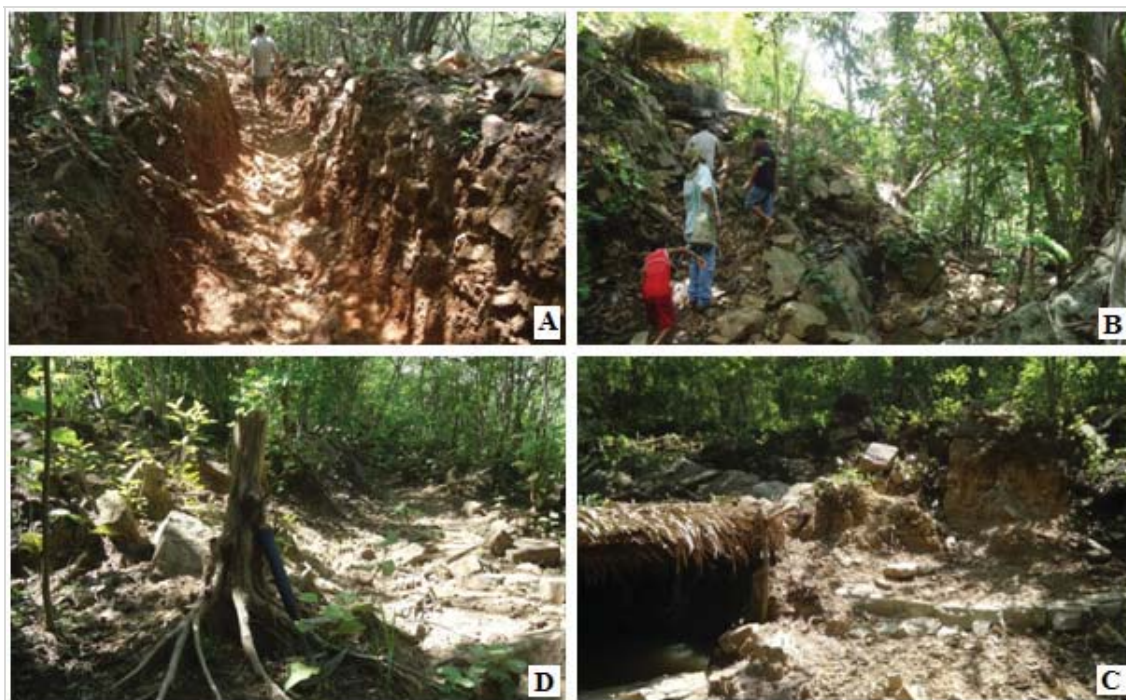
(B) Desmatamento e erosão a montante da nascente 2;

(C) Desmatamento, queimada e erosão a jusante da nascente 1.

A nascente localizada no povoado Chã da Toca possui um acesso muito difícil, íngreme, com grandes blocos de arenitos soltos na encosta. Na base da mesma, no fundo do vale, o local onde se encontra a nascente é marcado por uma mureta que tanto serve para aumentar o volume da água como evitar o acesso direto de bovinos e caprinos à fonte. A APP destaca-se pelo grande porte das árvores e isolamento do local, parcialmente desmatada e queimada. A água apresenta-se turva com silte em suspensão (Figuras 39 B e 47).

A nascente encontrada na localidade Uruçú está num domínio de uma mata secundária, em regeneração, tendo a vegetação nativa sido extraída pelos agricultores locais para o plantio de milho e feijão. O local da nascente – no leito de um pequeno riacho - não apresenta qualquer obra para sua proteção.

Figura 47 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Caldeirão, na localidade Chã da Toca



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) e (B) Erosão no acesso à nascente;

(C) e (D) Registro de desmatamento e queimada a montante da nascente.

A acumulação da água resulta da presença de grandes blocos de arenitos seccionados por fraturas perpendiculares à direção do canal fluvial, formando barramentos naturais. A água contém matéria orgânica resultante da decomposição de folhas, conferindo uma leve coloração à mesma. O local é utilizado pelas lavadeiras da região, provocando turbidez e contaminação da água. No entorno desta nascente foram encontrados diversos resíduos desta atividade (Figura 49).

Figura 48 – Mancha de sabão em bloco de arenito



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Na localidade Caldeirão, no vale do rio de mesmo nome, há uma nascente escavada no leito seu leito para proporcionar um acúmulo da água. A montante deste

ponto, existem inúmeras nascentes pontuais e difusas em meio à vegetação densa. Na margem direita do rio, a encosta é íngreme, com solo arenoso e blocos de arenitos, com vegetação de grande porte preservada. Localmente são observados indícios de retirada de madeira pela população nativa. Na margem esquerda do mesmo rio, o relevo é plano a ondulado apresentando uma vegetação secundária em diferentes estágios de sucessão ecológica, marcando a migração anual da área plantada pelos agricultores, com culturas típicas de subsistência em solo argiloso a argiloarenoso em meio aos blocos de diabásio e/ou arenito (Figura 50).

Figura 49 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Caldeirão, na localidade Caldeirão



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Destaque para áreas de agricultura de subsistência

(B) Em primeiro plano, capoeira em início de sucessão ecológica. Ao fundo, agricultura em encosta íngreme.

O canal fluvial e seu entorno imediato é sombreado por mangueiras que formam um dossel composto pela superposição das copas destas árvores, formando uma típica mata de galeria. Muitas pegadas e fezes dos animais são encontradas na nascente e entorno, compactação do solo pelo pisoteio dos animais, resíduos sólidos (plásticos), erosão nas margens com a exposição das raízes das plantas também estão presentes nas imediações.

7.1.4 Nascentes do rio Piracuruca

O rio Piracuruca possui 156,89 km de comprimento; é represado no município de Piracuruca, formando o açude homônimo, com capacidade para armazenar um volume de 250.000.000 m³. Tem sua foz na margem direita do rio Longá, na divisa dos municípios de Batalha e São José do Divino, na zona rural destes municípios.

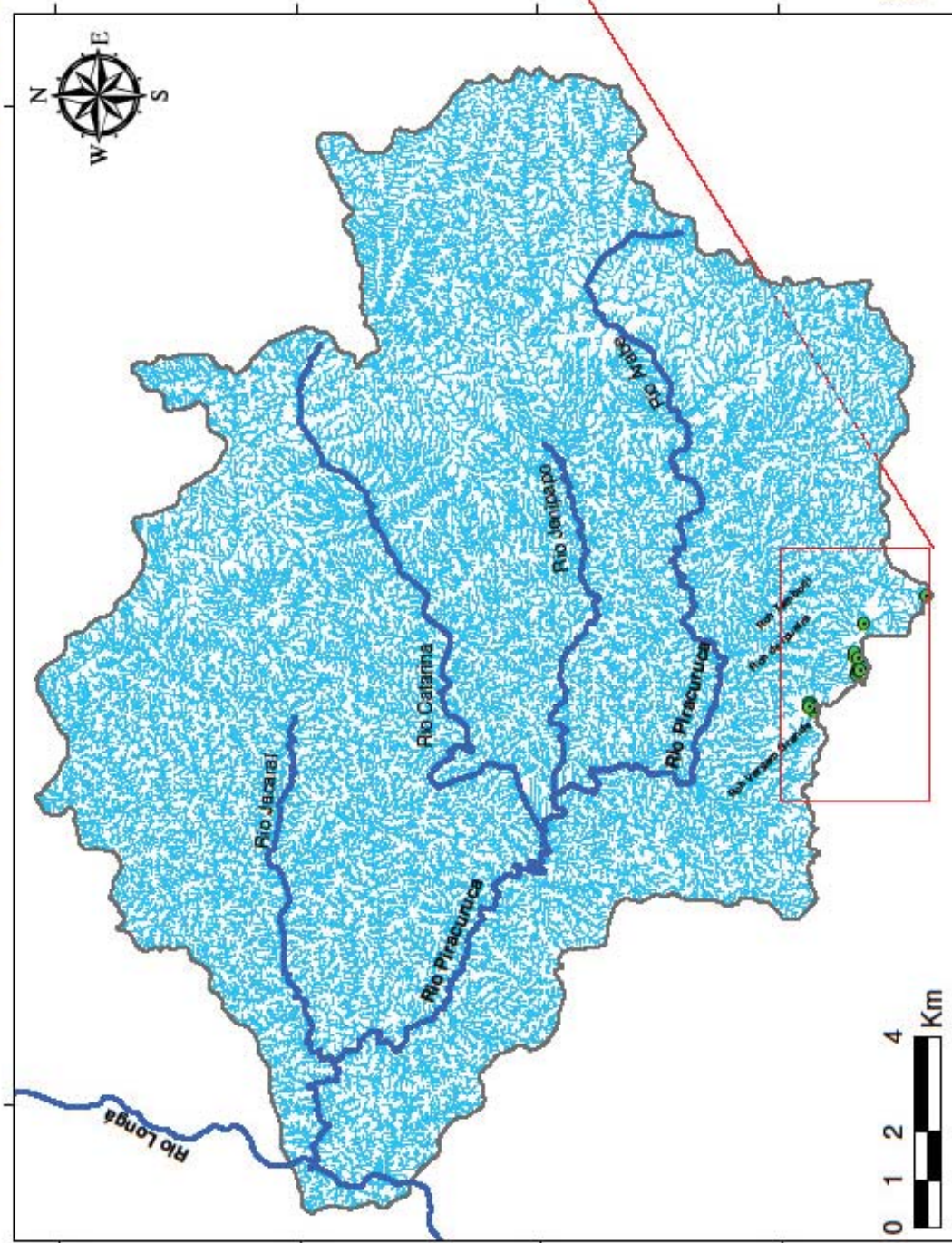
A Bacia Hidrográfica desse rio possui uma área de 7.774,76 km², situada a noroeste-norte-nordeste da Serra dos Matões, abrangendo terras dos municípios piauienses de Batalha, São José do Divino, Piracuruca, Cocal, Cocal dos Alves,

Brasileira, São João da Fronteira, Piripiri, Pedro II, Domingos Mourão e no estado do Ceará, nos municípios de Viçosa do Ceará, Tianguá, Ubajara, Ibiapina, São Benedito, Carnaubal, Guaraciaba do Norte e Croatá.

Os riachos Vargem Grande, Ipueira e Tamboril, todos afluentes da margem esquerda do alto curso do rio Piracuruca, têm nascentes perenes na Serra dos Matões, nas localidades Chã do Saco, Toca de Cima, Arara, Brejo de Cima, Caranguejo, Tromba e Crioulo, localizadas na zona rural dos municípios de Pedro II e Domingos Mourão. Estas áreas foram visitadas durante as atividades de campo, tendo sido registrados 88 pontos, sendo 15 nascentes (Figura 51).

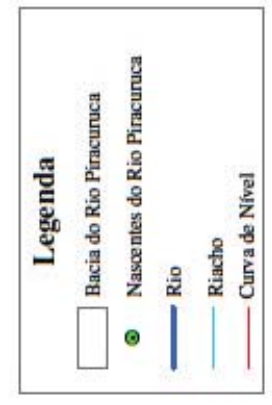
Nas localidades Chã do Saco e Toca de Cima as nascentes formam as cabeceiras do riacho Vargem Grande. O povoado Chã do Saco está situado numa altitude de 440 metros, sustentado pelos arenitos da formação Cabeças. Segundo os relatos de diversos moradores, nesta localidade, mais de duas dezenas de nascentes secaram nos últimos 10 anos. As últimas nascentes perenes nesta região são denominadas de Estreito. São do tipo ponto fixo, distando cerca de 30 metros entre si. Ambas estão localizadas na base de uma encosta onde se observou um colúvio formado por blocos métricos de arenitos com matriz arenosa, enquanto nas porções mais rebaixadas topograficamente, a jusante das nascentes, ocorrem siltitos, estes iniciam em cotas altimétricas a 380 metros de altitude. A nascente encontra-se numa zona de contato entre o arenito e o colúvio com o siltito. A montante das nascentes do Estreito, a encosta foi desmatada, sem proteção para os processos erosivos. A jusante dos locais das nascentes observou-se uma região embrejada onde é cultivado pasto (capim) para os animais. Nos períodos de estiagem prolongada, quando secam as cisternas que captam e armazenam as águas pluviais nas residências da comunidade, estas nascentes são responsáveis pelo abastecimento da comunidade com finalidade de consumo humano (Figura 52).

BACIA DO RIO PIRACURUCA

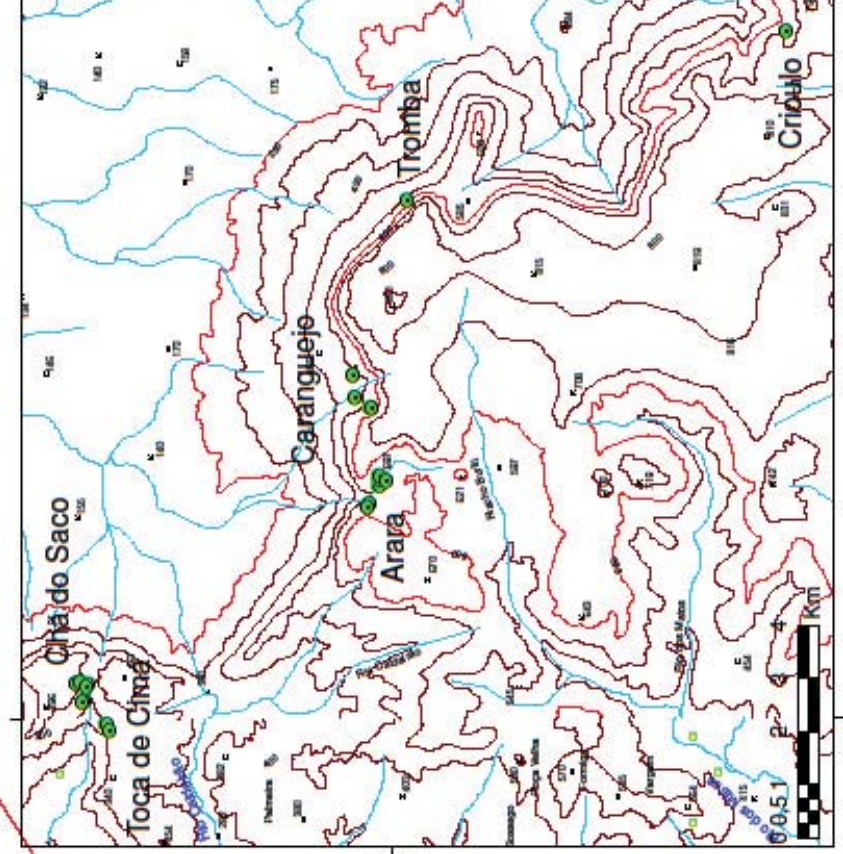
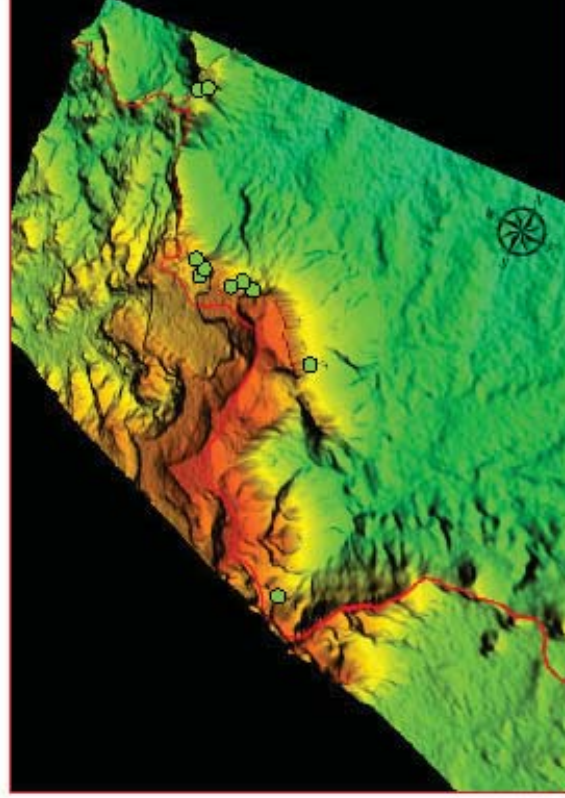


41°54'20"W

41°52'30"W



Sistema de Coordenadas Geográficas
Sistema de Referência: SIRGAS 2000
Folhas: Pedro II SB.24 V-A-II e
Piripiri SB.24 V-A-I



41°50'30"W

Figura 51 – Nascentes na localidade Chã do Saco

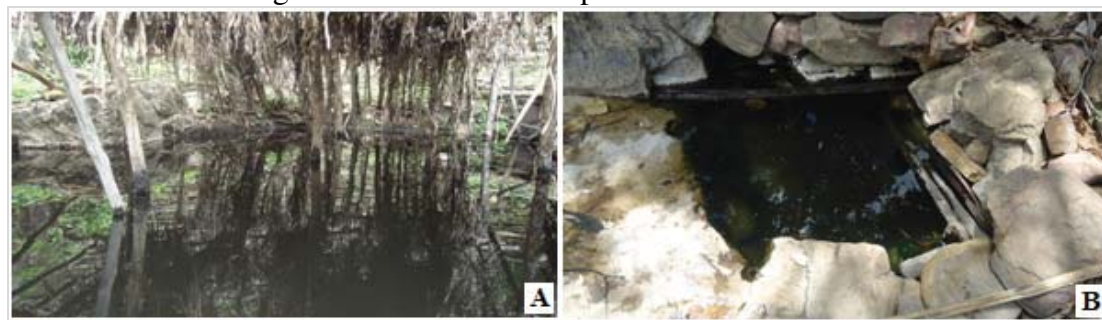


Fonte: Pesquisa Direta, 2015.

Notas: (A) e (B) Nascentes do Estreito.

As nascentes encontradas no povoado Toca de Cima (com altitude de 446 m) são denominadas de Marmeleiro (na cota altimétrica de 366 m) e Gameleira (na cota altimétrica de 360 m). Ambas apresentam um substrato argiloso e áreas alagadas a jusante, enquanto a montante observa-se a encosta com presença de colúvio contendo blocos métricos de arenitos e matriz arenosa, tendo sido escavadas para proporcionar um maior acúmulo de água e encontram-se numa área cercada (Figura 53). Seus múltiplos usos contemplam a irrigação de frutíferas, capim, uso doméstico e, nos períodos de estiagem, dessedentação animal e consumo humano.

Figura 52 – Nascentes do povoado Toca de Cima



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Nascente do Marmeleiro; (B) Nascente da Gameleira.

A localidade Arara, onde foram identificadas as nascentes Raposa, Coberta, Buritizeiro, Chapada, Barragem e Buriti, atualmente sem moradores, está localizada cerca de 2,4 km ao norte do povoado Mangabeira. O acesso se dá através de uma trilha com solo arenoso e afloramentos de arenitos da formação Cabeças. Nesta região, no final da trilha através da vegetação nativa do bioma Cerrado, encontra-se a cachoeira do Urubu Rei.

A primeira nascente é denominada de Raposa. A mesma caracteriza-se por estar numa ampla área com relevo plano, encontrada imediatamente após um morrote onde

afloram os arenitos da formação Cabeças. O local de surgência da água é marcado pela presença de um denso conjunto de fraturas paralelas entre si, todas com direção leste-oeste. A montante, a vegetação nativa está preservada. A jusante, a área contém somente gramíneas em meio a um terreno com solo areno-argiloso embrejado. Cerca de 60 m depois toda a água já infiltrou, numa recarga natural (Figura 54).

Figura 53 – Nascente da Raposa



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Aproximadamente 150 m ao norte da nascente da Raposa, foram georreferenciadas as nascentes Coberta, Buritizeiro e Chapada, que encontram-se alinhadas segundo a direção leste-oeste, distribuídas ao longo de aproximadamente 180 metros.

A nascente Coberta apresentava sua APP preservada, não tendo sido observado qualquer interferência antrópica, estando sombreada pela vegetação do Cerrado, com substrato constituído de afloramentos e blocos de arenitos e solo arenoso. Sua água é transparente, inodora, sem presença visível de resíduos em suas proximidades ou qualquer outro impacto ambiental negativo. Mesmo isolada no alto da Serra dos Matões, foram encontrados pequenos peixes no interior da mesma (Figura 55).

Figura 54 – Nascente Coberta

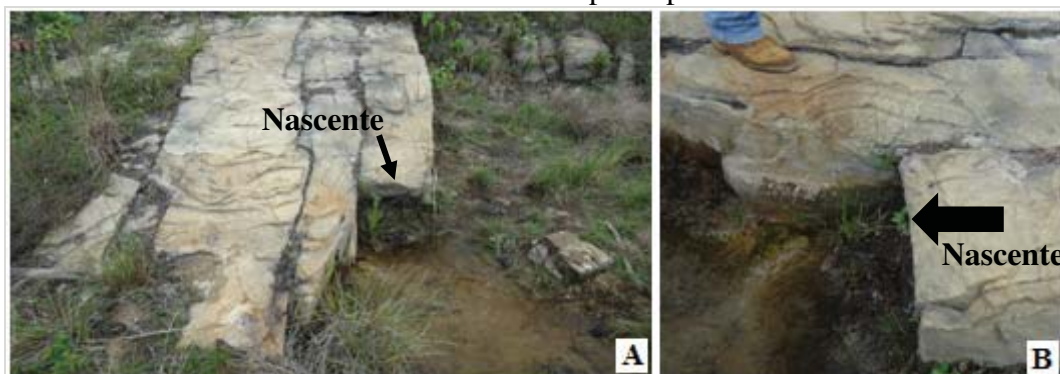


Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Mais para leste, cerca de 70 m, encontra-se a nascente do Buritizeiro, que destaca-se pela forte surgência de água através de uma fratura com direção leste-oeste,

destacando-se pela maior vazão dentre as nascentes da região. Sua APP encontra-se preservada compondo um Campo Rupestre (Figura 56).

Figura 55 – Nascente do Buritizeiro, destacando o controle tectônico desta nascente em meio ao Campo Rupestre



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Nascente do Buritizeiro; (B) Detalhe da nascente.

Seguindo o caminhar para oeste, após aproximadamente 90 metros, chega-se na nascente da Chapada. A mesma está localizada no mesmo alinhamento das duas anteriores. Sua APP está preservada, sendo observada uma trilha no meio da vegetação que leva até à nascente (Figura 57).

Figura 56 – Nascente da Chapada



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

As águas destas três nascentes se juntam num pequeno riacho que é interceptado por um conjunto de fraturas paralelas entre si, todas com direção leste-oeste, formando uma pequena cachoeira (Figura 58).

Figura 57 – Fraturas verticais leste-oeste formando uma cachoeira



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Na sequência, após as antigas casas da localidade Araras, atualmente abandonadas, foram encontradas duas nascentes: Buriti e Barragem. Marcam um pequeno riacho com aproximadamente 70 metros de comprimento, permeado de buritis, onde são encontradas inúmeras nascentes difusas, resultando num vale fluvial embrejado. Sua APP encontra-se preservada (Figura 59).

Figura 58 – Nascente do Buriti



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Todas as nascentes encontradas nas imediações da localidade Araras se unem num único riacho que, na escarpa da Serra dos Matões, forma a espetacular cachoeira do Urubu Rei, representando as cabeceiras do riacho da Ipueira, afluente da margem esquerda do alto curso do rio Piracuruca (Figura 60).

Figura 59 – Cachoeira do Urubu Rei e riacho da Ipueira



Autor: (A) Ivanilda Amaral, 2014; (B) Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Cachoeira do Urubu Rei;

(B) Riacho da Ipueira a montante desta cachoeira.

As comunidades Brejo de Cima e Caranguejo, na zona rural de Pedro II, contém diversas nascentes que integram a micro bacia hidrográfica do riacho Ipueira. Essas nascentes encontram-se no sopé da Serra dos Matões, nas imediações do Mirante do Gritador. Ambas ocorrem na base de um colúvio formado por blocos métricos de arenitos com matriz arenosa, tendo sido escavadas pelos moradores para proporcionar um maior acúmulo de água, facilitando a captação para seus usos múltiplos.

A nascente do Brejo de Cima apresenta acúmulo inicial e APP parcialmente preservada, principalmente no entorno imediato da nascente, com espécies da vegetação nativa e exóticas. Mostra aspecto límpido, transparente e inodoro, sendo usada para irrigação por gravidade (frutíferas, olericultura), barramentos, piscicultura, consumo humano e dessedentação animal. Paralela à canalização atual da água em canos de PVC, ainda apresenta fragmentos da antiga canalização em bambu, prática muito comum nas comunidades localizadas no entorno da Serra dos Matões (Figura 61).

No povoado Caranguejo foram identificadas duas nascentes. A primeira localiza-se próximo à margem da estrada que liga a cidade de Pedro II a Domingos Mourão. A mesma exibe aspecto límpido, transparente, inodoro, sendo usada para irrigação (capim, cana-de-açúcar, frutíferas e verduras), piscicultura, dessedentação animal, atividades domésticas e consumo humano, estes três últimos usos, pelas diversas famílias desta comunidade. O local da nascente é frequentemente alvo da retirada de folhas e frutos de seu interior. Sua APP encontra-se parcialmente preservada.

Figura 60 – Nascente do Brejo de Cima e canalização da água



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.
 Notas: (A) Nascente do Brejo de Cima;
 (B) Canalização em PVC e bambu.

A montante observa-se, principalmente, diversas mangueiras que substituem a flora nativa, compondo um dossel que sombreiam toda a área, enquanto a jusante, a área encontra-se desmatada, inclusive a mata ciliar do riacho foi substituída por cana-de-açúcar e capim (Figura 62A). Uma outra nascente foi encontrada após as casas, num local mais isolado, de mais difícil acesso. Sua APP encontra-se antropizada e desmatada, substituída pelas mangueiras. O uso dessa água contempla irrigação, dessedentação animal e serviços domésticos (Figura 62B).

Figura 61 – Nascentes na comunidade Caranguejo



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.
 Notas: (A) Primeira Nascente;
 (B) Segunda Nascente.

Foi georreferenciada uma nascente no povoado Tromba, a qual integra o riacho Tamboril, na zona rural do município de Domingos Mourão. É captada para o consumo humano, dessedentação animal e irrigação. A montante, sua área foi cercada para evitar

o acesso direto de animais domésticos, especialmente suínos; sua APP encontra-se bem preservada onde é possível observar diversas espécies da flora nativa (Figura 63A). A jusante, a mesma foi desmatada, tendo sido substituída por culturas temporárias (milho, feijão), capim, cana-de-açúcar e frutíferas. Embora cercada, observou-se a presença de suínos no local. Chama a atenção, a grande quantidade de captações feitas pelos moradores da comunidade, direcionando parte da água para diferentes usos (Figura 63 B e C).

Figura 62 – Nascentes na comunidade Tromba



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Vista geral da vegetação preservada a montante da nascente.

(B) e (C) As nascentes.

Na localidade Crioulo, encravada numa área isolada no sopé da Serra dos Matões, zona rural de Domingos Mourão, foi mapeada uma nascente no leito de um pequeno riacho integrante da micro bacia hidrográfica do riacho Tamboril, com surgência em fraturas que seccionam os arenitos da Formação Cabeças, de direção predominantemente leste-oeste (Figura 64).

Figura 63 – Nascente na comunidade Crioulo



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

7.1.4.1 Impactos ambientais nas nascentes do rio Piracuruca

Os impactos ambientais encontrados nas nascentes dos riachos Vargem Grande, Ipueira e Tamboril consistem principalmente em desmatamentos total ou parcial da área de preservação permanente, queimadas, produção de carvão vegetal, acesso direto de animais domésticos com pisoteio e compactação do solo, erosão, presença de resíduos sólidos no entorno da nascente, captação e desvio de parte da água (consumo humano, dessedentação animal, piscicultura, irrigação, etc.), escavação e barramento da nascente, substituição das espécies nativas da flora por espécies exóticas e/ou culturas temporárias e/ou frutíferas.

O principal impacto negativo observado na localidade Chã do Saco - a partir dos relatos dos moradores – foi o fato de muitas nascentes que existiam nesta região terem secado nos últimos 10 (dez) anos, destacando-se: Angico Branco, Angico Velho, Angico Branco 1, Buriti, Cipó de Macaco, Epia, Juriti, Lagoa, Lama, Lameiro, Palmeira, Salgado, etc. Todas as nascentes encontradas, inclusive as do Estreito, apresentam um perfil geológico semelhante, tendo a montante a Serra dos Matões sustentada pelos arenitos e a presença de um grande colúvio na base da encosta desta serra, constituído de blocos decimétricos a métricos de arenitos em meio a uma matriz arenosa, sobre os quais existia uma vegetação de Cerrado, de onde foi extraída a madeira, posteriormente queimada para a produção de carvão vegetal. A mata nativa, inclusive a APP, foi sistematicamente sendo substituída por culturas temporárias, de subsistência familiar, como milho e feijão. No substrato destas nascentes foram identificados argilitos, siltitos e/ou arenitos de granulometria fina. A jusante das mesmas, em geral, apresentam uma área embrejada, com solo areno-argiloso a argilo-

arenoso, onde são cultivados banana, capim, cana-de-açúcar e frutíferas em geral. Comumente as nascentes são escavadas e sofrem barramento, aumentando o volume de água, facilitando sua captação e ao mesmo tempo potencializando processos erosivos no canal fluvial a jusante. Também foram encontrados resíduos sólidos diversos, tais como frascos vazios de água sanitária e amaciante, fragmentos de tecidos, resíduos de sabão e plásticos, relacionados com a frequente atividade de lavagem de roupas (Figura 65). Essas mesmas características foram identificadas nas nascentes Marmeleiro e Gameleira, na comunidade Toca de Cima (Figura 66).

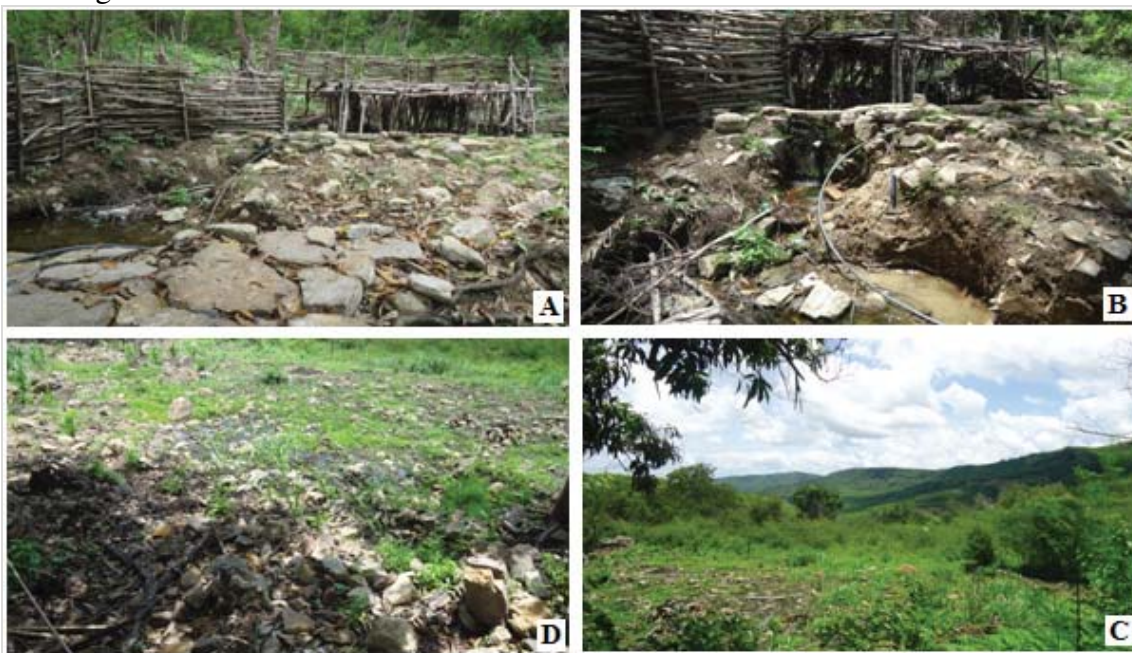
Figura 64 – Nascente do Estreito



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A), (B) e (C) Áreas desmatadas a montante das nascentes, em diferentes estágios sucessionais; (D) Vista geral da APP; (E) Resíduos sólidos na APP da nascente; (F) Plantio de capim a jusante da nascente.

Figura 65 – Nascentes Marmeleiro e Gameleira na comunidade Toca de Cima



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) e (B) Nascente Marmeleiro, com vista geral da APP, cobertura da nascente, cerca, desmatamento a jusante, barramento, erosão, resíduos sólidos, captação de parte da água e manchas de sabão;

(C) e (D) Nascente da Gameleira, desmatamento a jusante, área embrejada com plantio de culturas temporárias.

Nas nascentes Raposa, Coberta, Buritizeiro, Chapada, Barragem e Buriti, localizadas no entorno da localidade Arara, foram identificados o pisoteio e compactação do solo na trilha de acesso, pisoteio de suínos e produção de carvão. Todas essas nascentes estão situadas nas proximidades da trilha que leva à cachoeira do Urubú Rei, um dos principais destinos ecoturísticos da região que segundo Gomes (2011), desenvolve-se sem planejamento, descontroladamente (Figura 67).

Figura 66 – Impactos Ambientais próximo às nascentes Buriti e Barragem



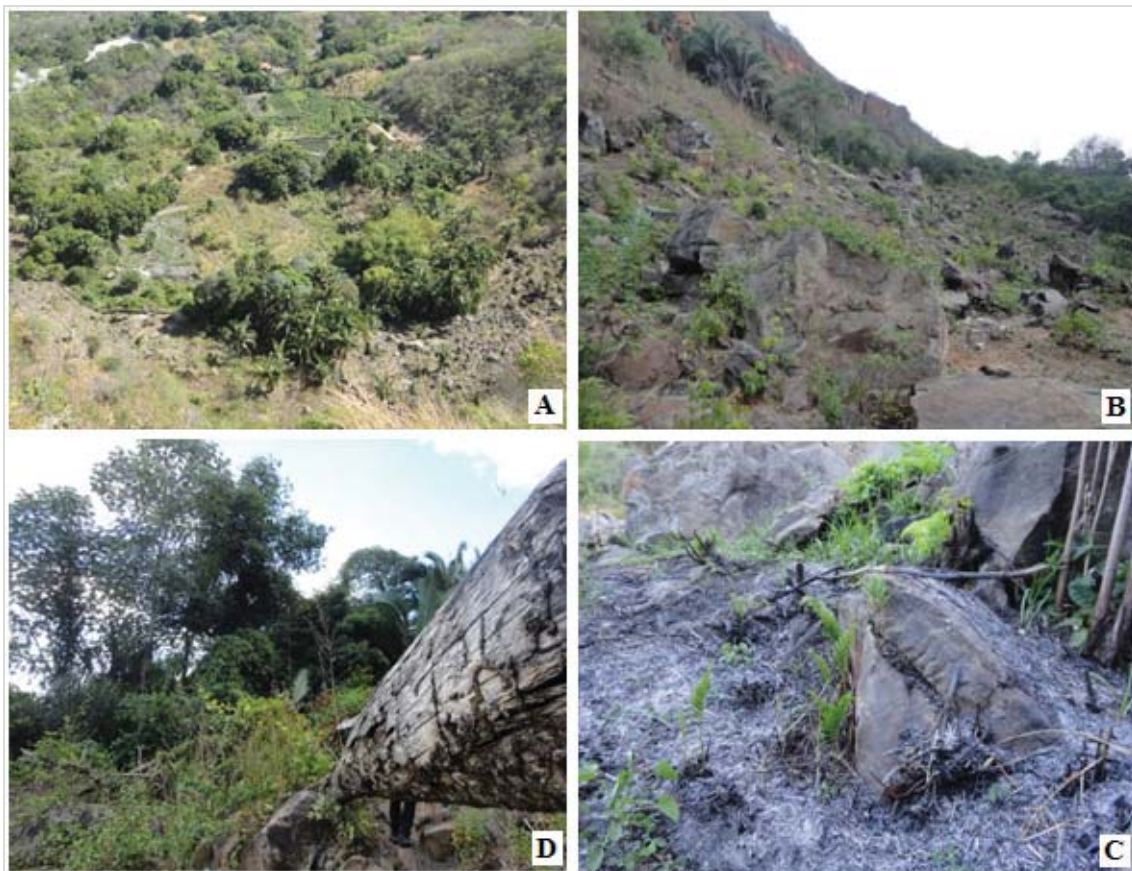
Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Pisoteio na nascente do Buriti;

(B) Produção de carvão nas proximidades da nascente da Barragem.

Na nascente do Brejo de Cima foram identificados os seguintes impactos ambientais: barramento e captação de parte da água para usos múltiplos, plantio de espécies exóticas, desmatamento, queimadas e indução aos processos erosivos (Figuras 68 e 69). Esses impactos, também foram observados na primeira nascente do Caranguejo (Figura 70 A e B). Na segunda nascente desta comunidade foi encontrada uma maior interferência antrópica, mais captações, desmatamento e acesso de animais, além de resíduos sólidos diversos no entorno e dentro da nascente (fragmentos de canos, sacos plásticos, frascos de detergentes) e processos erosivos (Figura 70 C).

Figura 67 – Nascente do Brejo de Cima, com destaque para o desmatamento e queimada em sua APP



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

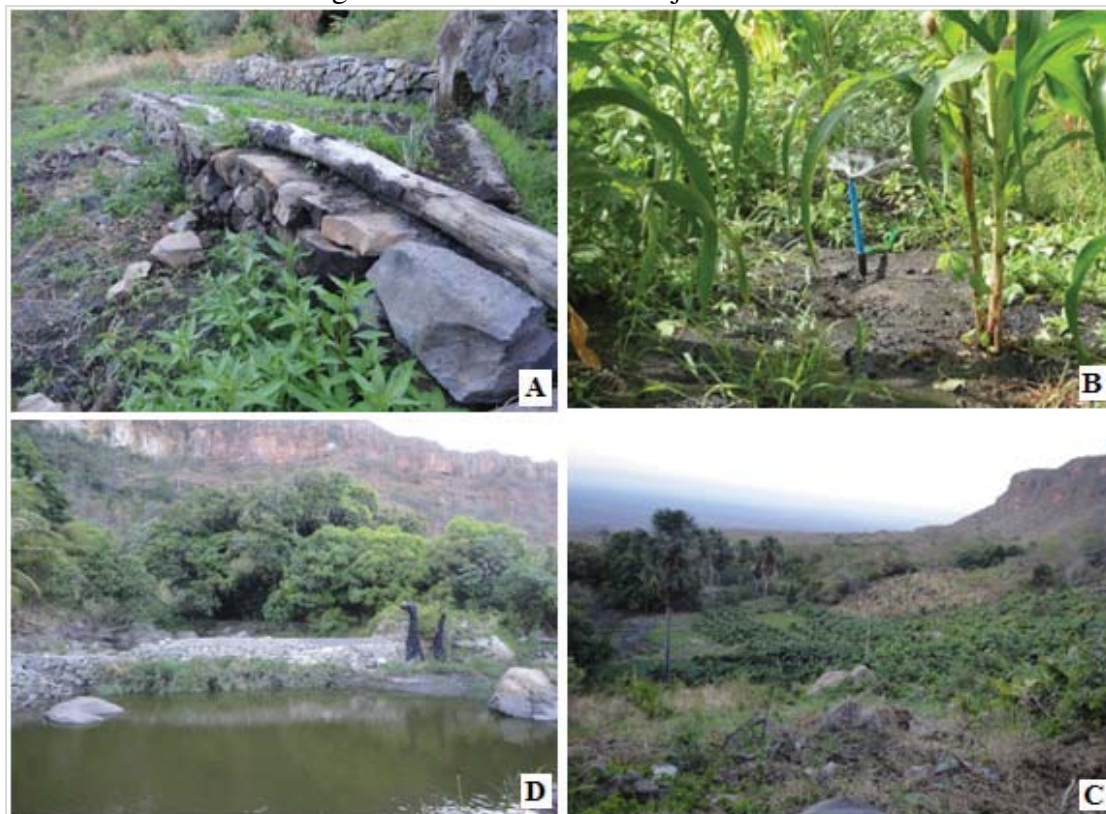
Notas: (A) Vista geral do Brejo de Cima;

(B) Desmatamento em encosta íngreme à montante da nascente;

(C) Queimada na APP;

(D) Desmatamento na APP.

Figura 68 – Nascente do Brejo de Cima.



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) e (B) Área desmatada com terraceamento para produção agrícola irrigada.

(C) Visão geral da área irrigada com plantio de bananeiras. (D) Barramento e piscicultura.

Figura 69 – Primeira nascente do Caranguejo



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Plantio de Capim na primeira nascente;

(B) Desmatamento da mata ciliar da primeira nascente;

(C) Desmatamentos a montante da segunda nascente.

No povoado Tromba, a APP a montante da nascente encontra-se bem preservada, ao contrário da porção de terras a jusante, onde se observou um pequeno barramento, inúmeras captações, desmatamento, queimadas, suínos, resíduos sólidos, trilhas de acesso e uso agrícola com emprego de técnicas rudimentares (Figura 71).

Figura 70 – Nascente do povoado Tromba



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Barramento em volta da principal nascente;

(B) Captações;

(C) Presença de animais;

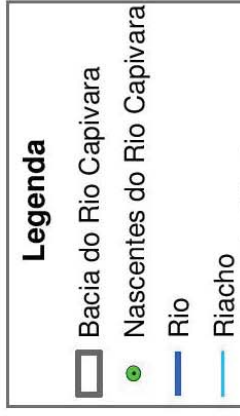
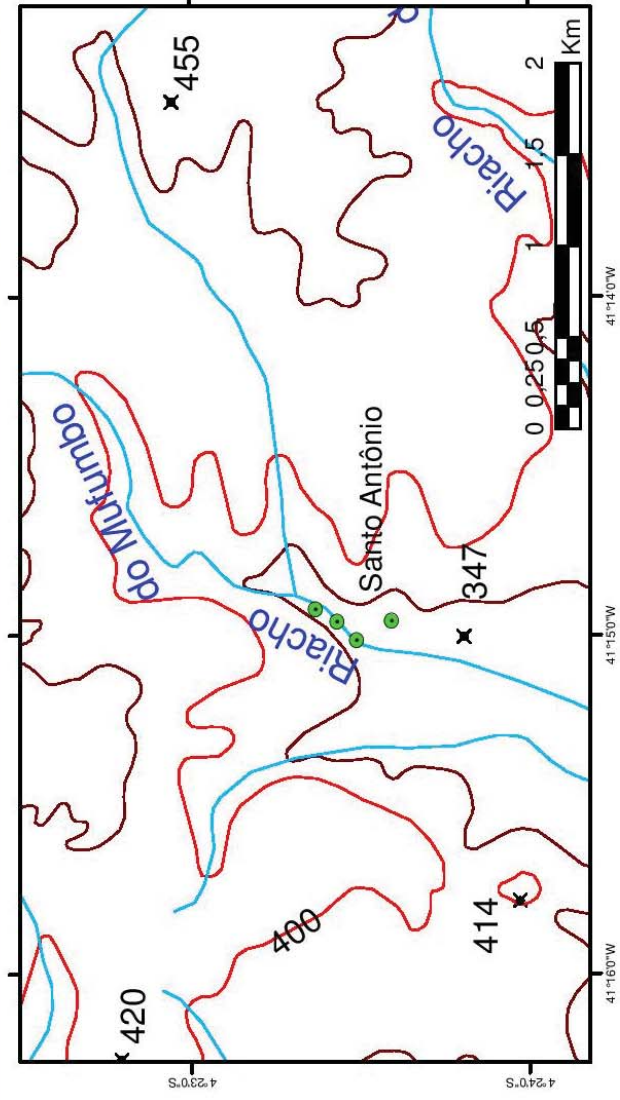
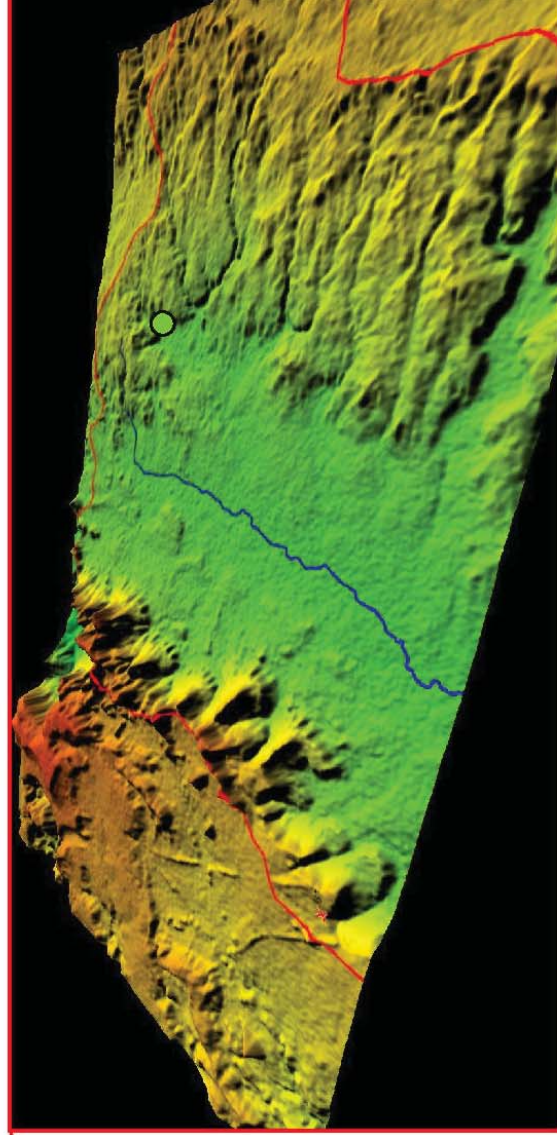
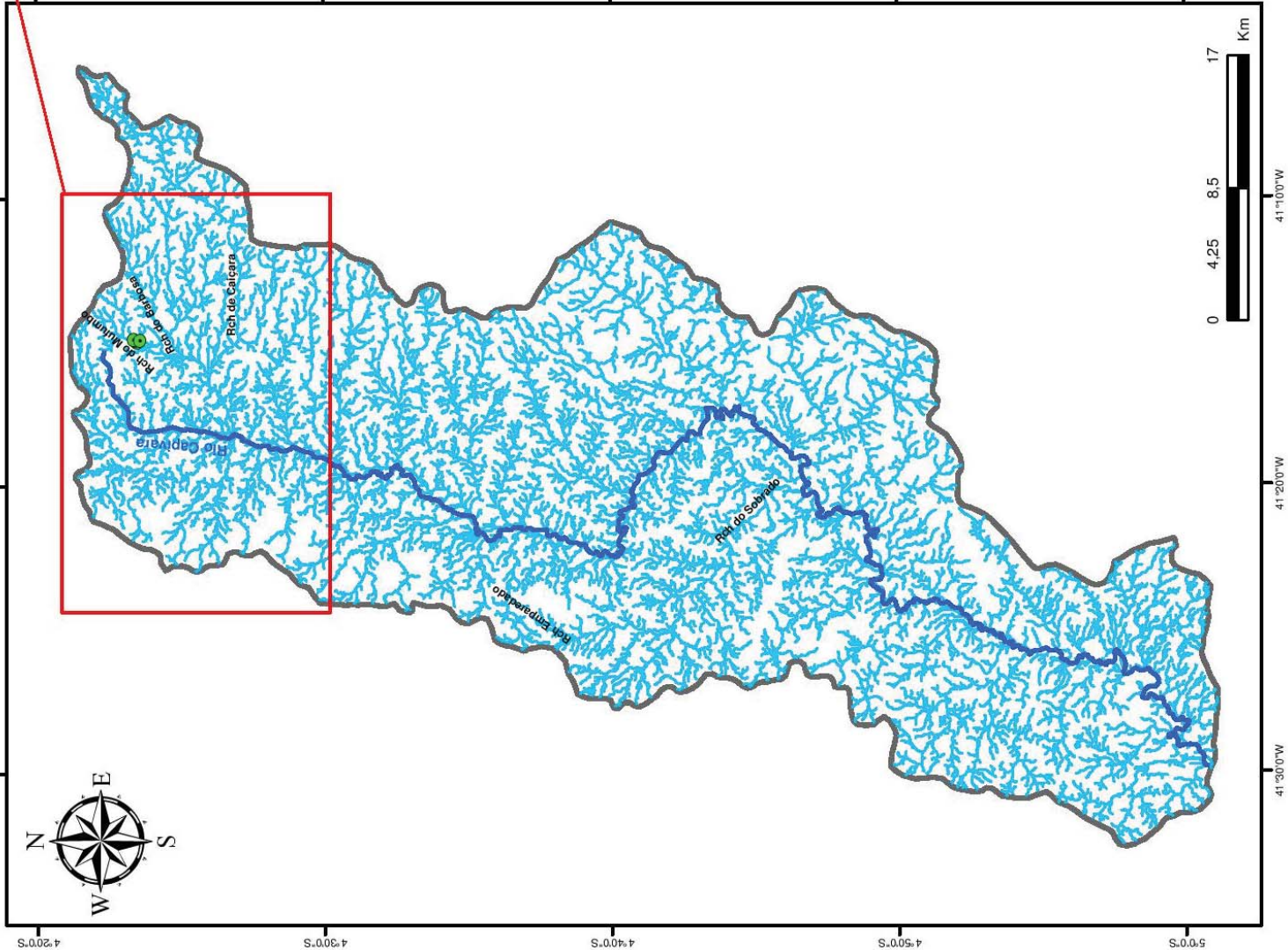
(D) Desmatamento.

A nascente do povoado Crioulo encontra-se no leito de um pequeno riacho, com surgência através de fraturas no arenito da formação Cabeças. Sua APP é preservada. Em suas proximidades existem uma casa, um cemitério e uma escola municipal.

7.1.5 Nascentes do rio Capivara

O rio Capivara possui 131,19 km de extensão, percorrendo o território dos municípios de Pedro II, Domingos Mourão, Milton Brandão, Buriti dos Montes e Juazeiro do Piauí, sendo que nestes dois últimos, representa o limite entre ambos, além de uma pequena porção de terras no estado do Ceará, no município de Croatá. Sua foz ocorre na margem direita do rio Poti, próximo à cidade de Juazeiro do Piauí. A Bacia Hidrográfica deste rio apresenta uma forma alongada com direção geral NNE-SSW, tendo uma área de 1.630, 93 km². Na figura 72, observa-se a bacia hidrográfica do rio Capivara e suas principais drenagens, o Modelo Digital de Elevação do alto curso desse rio e a distribuição espacial das nascentes estudadas.

BACIA DO RIO CAPIVARA



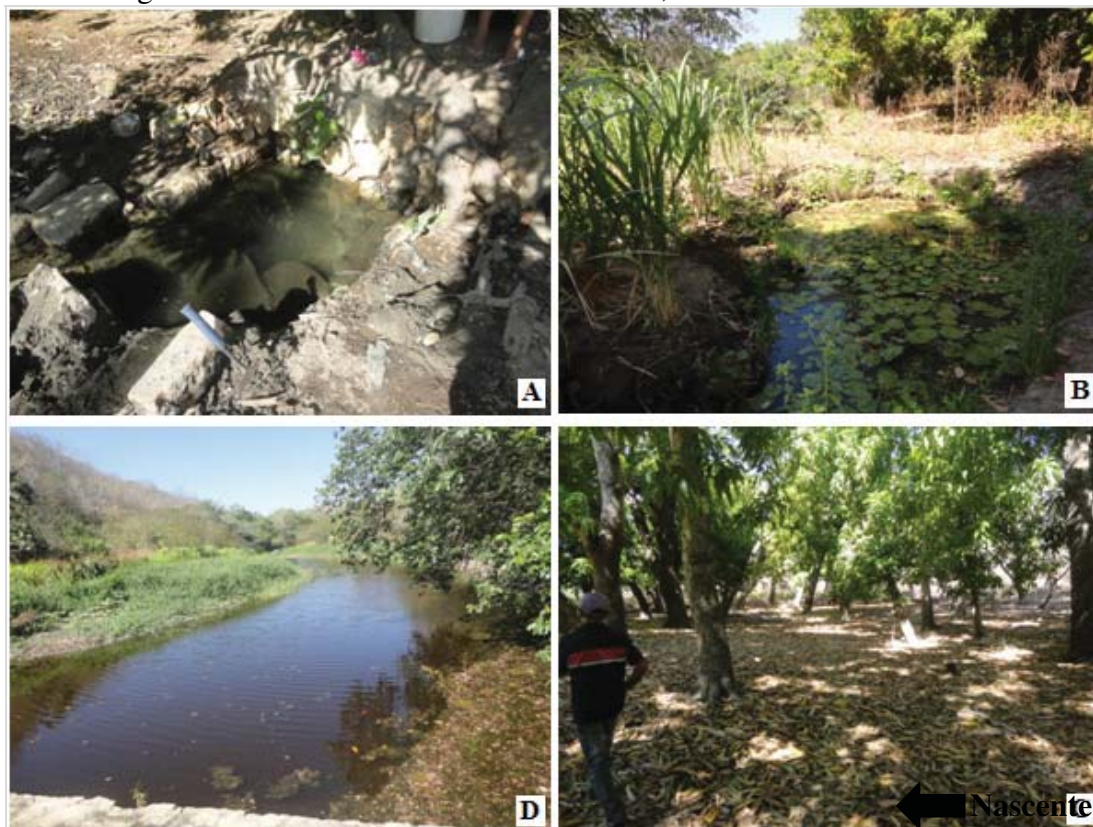
Sistema de Coordenadas Geográficas
Sistema de Referência: SIRGAS 2000
Folha: Pedro II SB.24 V-A-II

As principais nascentes do rio Capivara estão localizadas a nordeste da cidade de Pedro II, na localidade Santo Antônio. Essas estão encaixadas em rochas sedimentares integrantes do Grupo Serra Grande. Durante as atividades de campo foram georreferenciados 14 pontos, sendo 04 nascentes. Todas encontram-se no vale do riacho Mufumbo, afluente da margem esquerda do rio Capivara, em seu alto curso. O acesso para essas nascentes, saindo da cidade de Pedro II, pode ser feito através rodovia BR 404, pavimentada, em direção à divisa com o estado do Ceará, até o entroncamento com a rodovia estadual PI-216, sem revestimento. Deve-se dobrar a esquerda nessa última rodovia, que leva à cidade de Domingos Mourão. Nas proximidades da fazenda Canto da Várzea, atualmente um assentamento, é necessário dobrar à direita numa estrada secundária que leva à região em estudo. A partir das casas encontradas nesta localidade, percorre-se a pé uma trilha até as nascentes. Com exceção da nascente N1, todas as demais estão posicionadas ao longo do canal fluvial, retilíneo, com margens verticalizadas, controlado por uma feição linear com direção geral NE-SW. A primeira nascente (N1) está situada logo atrás das casas, num sítio dominado por grandes mangueiras. Sua água escoar entre as árvores e é usada principalmente para dessedentação animal, banhos e serviços domésticos. Caracteriza-se por apresentar um odor e gosto de “ferrugem”.

A nascente seguinte (N2), usada para consumo humano e irrigação, encontra-se no vale do riacho Mufumbo, junto a uma pequena plantação de cana de açúcar, milho e feijão, com surgência em meio ao aluvião formado pelos sedimentos arenosos, de granulação fina, que assoreiam este vale fluvial.

A terceira nascente (N3), é encontrada no vale citado anteriormente, em meio a uma extensa área de mangueiras que sombreiam todo o local. Continuando o caminhamento ao longo do vale fluvial, 150 metros depois, a montante, localiza-se a quarta nascente (N4). A mesma é caracterizada por apresentar diversas surgências, todas encobertas pela lâmina de água formada por um pequeno açude que represa a água no canal fluvial. Essa tem uma coloração marrom, contendo grande quantidade de matéria orgânica. As margens e parte do leito são ocupadas com culturas temporárias, como capim, abóbora, feijão e milho, circundadas pela vegetação da Caatinga, que ocupa os pequenos morrotes do entorno (Figura 73).

Figura 72 – Nascentes do riacho Mufumbo, localidade Santo Antônio



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.
 Notas: (A) Nascente N1; (B) Nascente N2;
 (C) Nascente N3; (D) Nascente N4 represada.

7.1.5.1 Impactos ambientais nas nascentes do rio Capivara

Em toda a região do alto curso do rio Capivara foram identificadas e estudadas 4 nascentes, todas encontradas na localidade Santo Antônio, destacando-se a nascente N2 por ser fonte de água para o consumo humano (Figura 74).

A nascente N1 apresenta sua APP muito impactada, com total retirada da vegetação nativa, substituída pelas mangueiras. Tem como principal uso a dessedentação animal, podendo também ser utilizada para banho, lavagem de roupas e limpeza doméstica. Foram observadas feições erosivas com a exposição das raízes, assoreamento, acesso direto de animais, pisoteio e compactação do solo, presença de fezes, perda da biodiversidade, presença de resíduos sólidos como metais e plásticos.

A nascente N2 é a única fonte de água para abastecimento humano na localidade. Está situada no vale do riacho Mufumbo, dentro de uma área cercada, com acesso somente para os moradores. Sua APP também se encontra desmatada, mostrando indícios de queimadas nos troncos das carnaúbas. Predominam mangueiras, podendo ser

identificados, alguns cajueiros e culturas de subsistência, como cana de açúcar, feijão e milho. Seu espelho d'água é coberto pelas macrófitas aquáticas, folhas e frutos em decomposição.

A terceira nascente (N3), com menor porte e vazão, abandonada, situa-se em meio ao um antigo sítio, cercado, contendo mangueiras que sombreiam toda esta área, num grande dossel. Cerca de 150 metros depois, a montante, localiza-se a nascente seguinte, N4. Essa nascente é constituída por inúmeros pontos de surgência submersos num pequeno barramento com fundo argiloso, rico em matéria orgânica, parcialmente assoreado por um imenso banco de sedimentos areno-argilosos umedecido pela água represada, no qual se planta culturas para subsistência dos nativos durante todo o ano. A água exibe turbidez, coloração amarronzada, com uso para irrigação local e dessedentação animal.

Figura 73 – Impactos ambientais nas nascentes do rio Capivara



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Nascente 1 sem mata ciliar, pisoteio, compactação e assoreamento do canal fluvial;

(B) Macrófitas aquáticas na nascente 2;

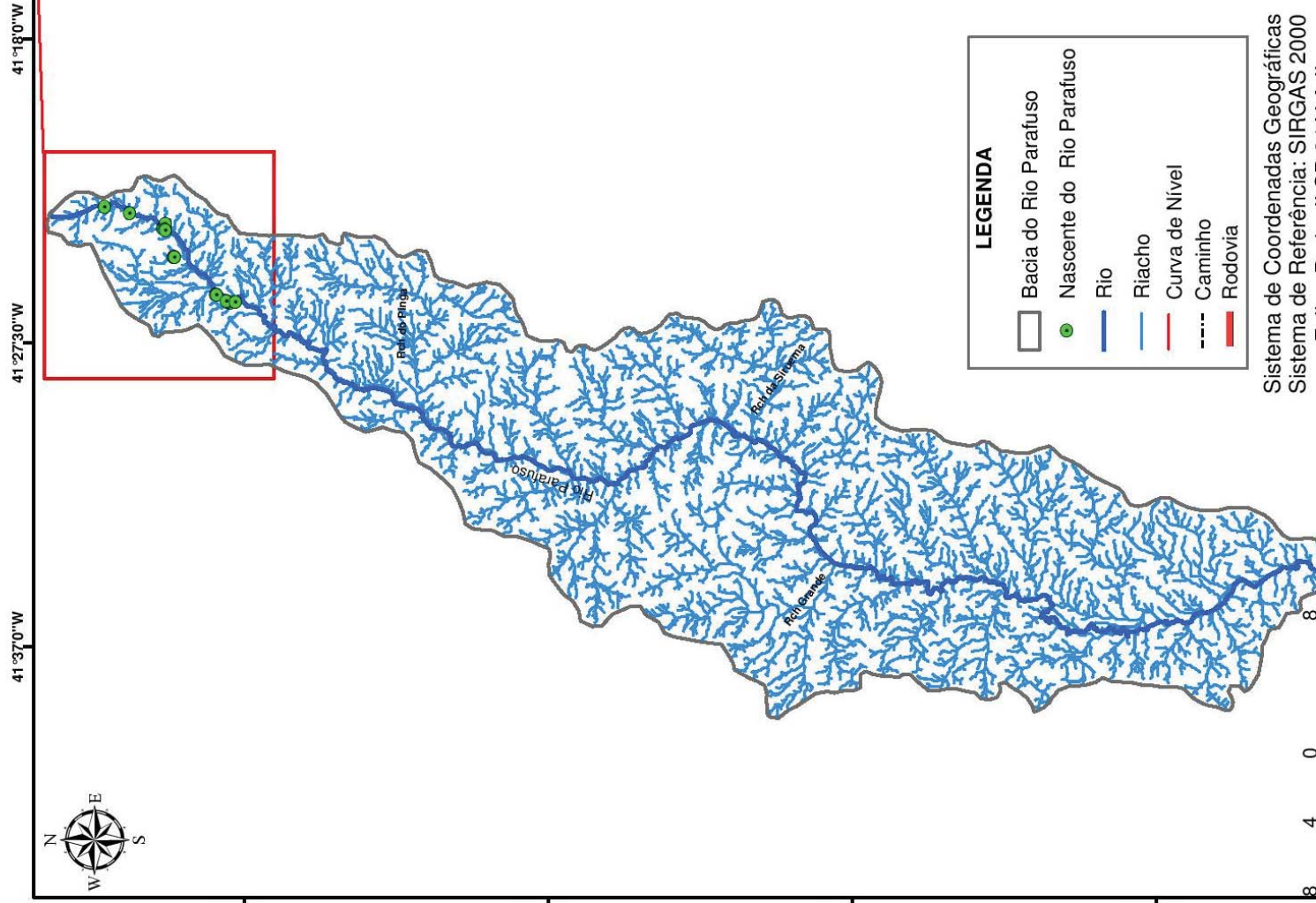
(C) e (D) Culturas de subsistência nas APPs das nascentes 2 e 4;

(E) Turbidez da água e presença de pastagens na nascente 4.

7.1.6 Nascentes do rio Parafuso

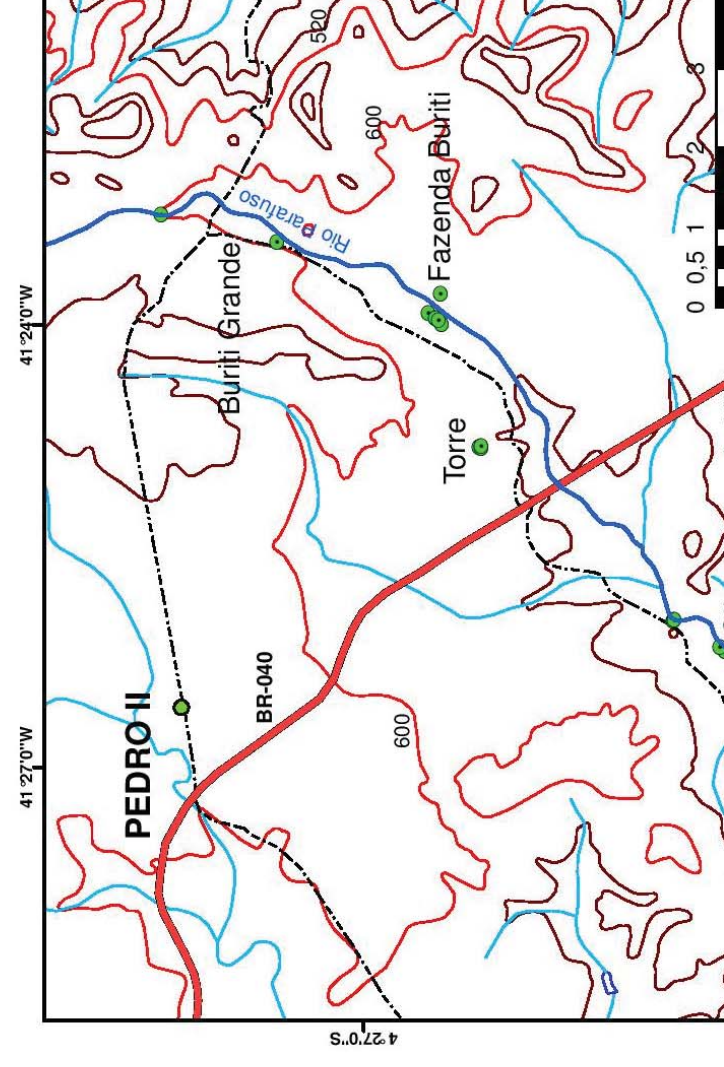
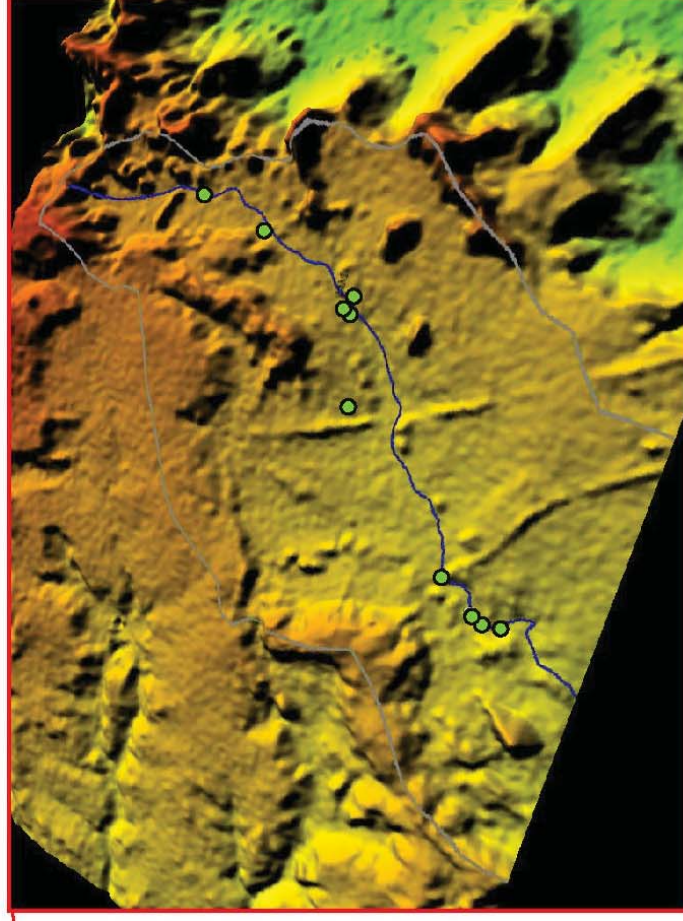
O Rio Parafuso possui 109,45 km de comprimento e tem sua foz na margem direita do rio Poti, na zona rural do município Juazeiro do Piauí, percorrendo ainda os municípios de Milton Brandão e Pedro II. Sua bacia hidrográfica ocupa uma área de 913,10 km². No MDE e no mapa visto na prancha da figura 75 pode-se observar o alto curso do rio Parafuso e a distribuição das nascentes estudadas.

BACIA DO RIO PARAFUSO



LEGENDA	
	Bacia do Rio Parafuso
	Nascente do Rio Parafuso
	Rio
	Riacho
	Curva de Nível
	Caminho
	Rodovia

Sistema de Coordenadas Geográficas
Sistema de Referência: SIRGAS 2000



Embora o rio Parafuso tenha seu início ao norte da localidade Cancão, a leste-nordeste da cidade de Pedro II, as nascentes encontram-se nas comunidades Buriti Grande dos Aquiles, Fazenda Buriti, Torres e Olho D'água do Meio, localizadas a leste e sudeste da cidade, em sua zona rural. Foram georreferenciados 71 pontos durante os trabalhos de campo, dos quais 14 são nascentes.

O ponto geográfico onde tem início o rio Parafuso está a mais de 740m de altitude (Figura 76). O mesmo contém água somente durante e imediatamente após as chuvas, caracterizando um regime pluvial, intermitente.

As principais nascentes do rio Parafuso são aquelas encontradas na localidade Olho D'água do Meio. O acesso a partir de Pedro II se dá pela rodovia BR-404. Após percorrer 4,1 km, dobra-se a direita numa estrada municipal, sem revestimento, com leito arenoso, por aproximadamente 2,7 km até a localidade Olho D'água do Meio, de onde, através de trilhas, se alcança as nascentes. Todas são do tipo ponto fixo. Estão localizadas no vale do rio Parafuso, distribuídas numa faixa de aproximadamente 1.400 metros de seu leito, com inúmeras surgências em diversas fraturas e falhas verticais que seccionam os arenitos da formação Cabeças. A partir das nascentes, formam-se acumulações perenes denominadas pelos moradores de poços ou caldeirões, que se destinam ao consumo humano, dessedentação animal e lazer. Em geral, a mata ciliar encontra-se bem preservada, exceto no local onde os moradores tomam banho, caracterizado como um ponto de lazer para todos que residem na região (Figuras 77 e 78).

Figura 75 – Início do canal do Rio Parafuso, a N-NE do povoado Cancão



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

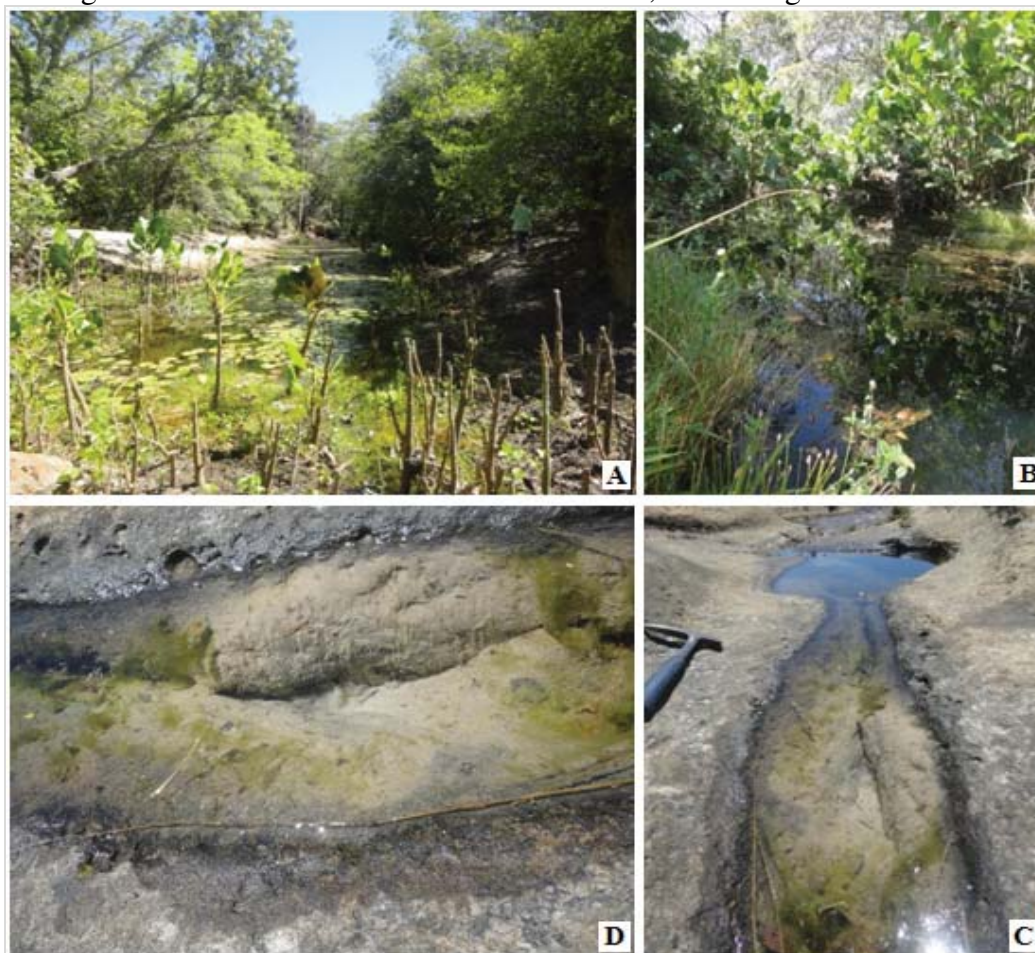
Figura 76 – Nascentes do rio Parafuso, localidade Olho D'água do Meio



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Nascente usada para consumo humano com pequeno barramento e parcialmente coberta de palhas; (B) Diversas nascentes no leito do rio Parafuso.

Figura 77 – Nascentes no leito do rio Parafuso, Olho D'água do Meio



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) e (B) “Caldeirões” com inúmeras nascentes no leito do rio Parafuso;
(C) e (D) Nascente do Olho D'aguinha;

Na localidade Buriti Grande dos Aquiles foram encontradas duas nascentes. Distam entre si cerca de 1.500 metros e ambas estão há cerca de 8 km da cidade de

Pedro II, com acesso por uma estrada municipal (Figura 75). Estão no leito do rio Parafuso, com surgências em fraturas e falhas do arenito Cabeças. Aquela situada mais a norte (nascente 1), contém três acumulações sucessivas, uma resultante de escavação no local da surgência e duas de barramentos artificiais, com água destinada ao abastecimento humano, lazer dessedentação e banho de animais. A outra nascente, mais ao sul, também apresenta acumulação oriunda de escavação no leito do rio, visando facilitar a captação da água pelos moradores de toda a região, destinada principalmente para abastecimento humano (Figuras 79 e 80).

Figura 78 – Nascente no leito do rio Parafuso, em Buriti Grande dos Aquiles

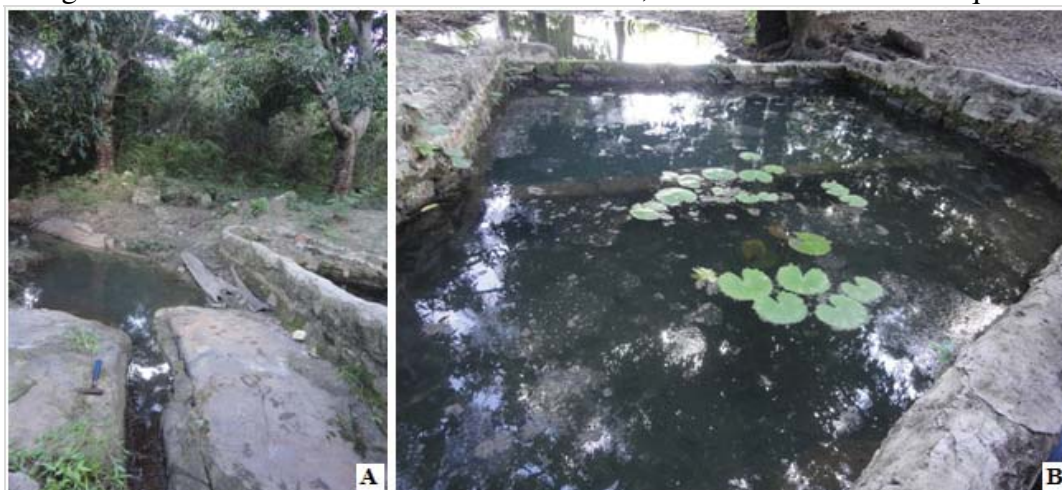


Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Vista geral da nascente 1;

(B) Detalhe destacando a vegetação a montante.

Figura 79 – Nascente 2 no leito do rio Parafuso, em Buriti Grande dos Aquiles



Autor: Érico Rodrigues GOMES, 2015.

Notas: (A) Vista geral da nascente;

(B) Detalhe do local de captação de água pela população.

O perfil geológico desde a Serra do Quinto, passando pela localidade Buriti Grande dos Aquiles mostra o domínio dos arenitos da formação Cabeças, que representa o aquí